



**TUGAS AKHIR - MS 141501**

**MODEL SIMULASI OTOMATISASI COMMON GATE:  
STUDI KASUS NEW PRIOK PORT, KALIBARU,  
JAKARTA**

ALIFA ALMA ADLINA

NRP. 4413 100 052

DOSEN PEMBIMBING

DR. ING. SETYO NUGROHO

FERDHI ZULKARNAEN, S.T., M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya



**TUGAS AKHIR - MS 141501**

**MODEL SIMULASI OTOMATISASI COMMON GATE:  
STUDI KASUS NEW PRIOK PORT, KALIBARU,  
JAKARTA**

ALIFA ALMA ADLINA

NRP. 4413 100 052

DOSEN PEMBIMBING

DR. ING. SETYO NUGROHO

FERDHI ZULKARNAEN, S.T., M.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK TRANSPORTASI LAUT

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017



---

**FINAL PROJECT - MS 141501**

**SIMULATION MODEL FOR COMMON  
GATE AUTOMATION: A CASE STUDY OF  
NEW PRIOK PORT, KALIBARU, JAKARTA**

ALIFA ALMA ADLINA

NRP. 4413 100 052

SUPERVISORS

DR. ING. SETYO NUGROHO

FERDHI ZULKARNAEN, S.T., M.Sc

DEPARTMENT OF MARINE TRANSPORTATION ENGINEERING

Faculty of Marine Technology

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2017



**LEMBAR PENGESAHAN**  
**MODEL SIMULASI OTOMATISASI COMMON GATE:**  
**STUDI KASUS NEW PRIOK PORT, KALIBARU, JAKARTA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Bidang Keahlian Pelabuhan  
Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

**ALIFA ALMA ADLINA**  
NRP : 4413 100 052

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. -Ing. Setyo Nugroho

NIP : 19651020 199601 1 001

Ferdhi Zulkarnanen, S.T., M.Sc

NIP : -

SURABAYA, JULI 2017



## LEMBAR REVISI

### MODEL SIMULASI OTOMATISASI COMMON GATE STUDI KASUS NEW PRIOK PORT, KALIBARU, JAKARTA

#### TUGAS AKHIR

Telah Direvisi Sesuai Hasil Sidang Ujian Tugas Akhir  
Tanggal 11 Juli 2017

Program S1 Departemen Teknik Transportasi Laut  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:

**ALIFA ALMA ADLINA**  
NRP. 4413 100 052

Disetujui oleh Tim Penguji Ujian Tugas Akhir:

1. Eka Wahyu Ardhi, S.T., M.T.
2. Irwan Tri Yunianto, S.T., M.T.
3. Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T.
4. Siti Dwi Lazuardi, S.T., M.Sc.

.....  
.....  
.....  
..... - 28/07/17

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir:

1. Dr. Ing. Setyo Nugroho
2. Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc.



.....  
.....

SURABAYA, JULI 2017

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT. Dengan rahmatnya, penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir dengan judul: **“Model Simulasi Otomatisasi Common Gate: Studi Kasus New Priok Port, Kalibaru, Jakarta”**.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Drs. Adlinsyah MBA, Dra. Hartanti Rahayuningsih, yaitu kedua orang tua yang selalu mendukung saya.
2. Drs. H. Edi Santoso, S.E, dr. Hj. Istanti SRH, SpOG, yaitu om dan tante yang selalu mendukung saya.
3. Bapak Dr. Ing. Setyo Nugroho, selaku dosen pembimbing I yang terus-menerus mengarahkan dan membimbing saya dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Firmanto Hadi, S.T., M.Sc, selaku dosen wali yang membimbing saya selama masa perkuliahan.
5. Bapak Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc, selaku dosen pembimbing II yang juga mengarahkan dan membimbing saya dalam pembuatan Tugas Akhir ini.
6. Lab Pelabuhan dan Infrastruktur: Bapak Christino Boyke S.P., S.T., M.T., Bapak Hasan Iqbal Nur, S.T., M.T., Ibu Pratiwi Wuryaningrum, S.T., M.T, Bapak Achmad Mustakim, S.T., M.T., MBA.
7. Salsabila Maghfirani, Amira Razan Zafira, dan Bashara Aina yang selalu menjadi motivasi saya dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.
8. Bapak Tatan, selaku manajer SI PT. IPC TPK yang sejak awal membimbing saya dalam pembentukan Tugas Akhir ini.
9. Bapak Dapai dan Bapak Abud PT. IPC TPK, selaku supervisor yang memberi saya kemudahan dalam mendapatkan data.
10. Ryan Rachman, yang menemani proses pembuatan Tugas Akhir ini.
11. Ferinda Putri Utami, S.KG, sahabat penulis yang setiap saat memberi dukungan.
12. Semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih memiliki kekurangan dan belum sempurna. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga penelitian ini dapat memberi manfaat bagi pembaca.

Surabaya, Juli 2017

Alifa Alma Adlina



# **MODEL SIMULASI OTOMATISASI COMMON GATE**

## **STUDI KASUS: NEW PRIOK PORT, KALIBARU, JAKARTA**

Nama Mahasiswa : Alifa Alma Adlina  
NRP : 4413 100 052  
Dept. / Fakultas : Teknik Transportasi Laut / Teknologi Kelautan  
Dosen Pembimbing : 1. Dr. –Ing. Setyo Nugroho  
2. Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc

### **ABSTRAK**

Common Gate merupakan pusat inspeksi truk dan kontainer untuk seluruh terminal petikemas di New Priok Port. Hingga saat ini, terminal yang dilayani adalah NPCT1. Otomatisasi bertujuan untuk meningkatkan produktivitas Common Gate dengan cara mengganti proses inspeksi manual oleh inspector menjadi menggunakan perangkat otomatisasi yaitu LiDAR, sensor *axle*, OCR, dan *Custom Module*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak otomatisasi terhadap waktu layanan (durasi) pada Common Gate dan mengetahui rasio manfaat biaya terhadap berbagai tingkat otomasi. Metode yang digunakan adalah simulasi menggunakan dinamika sistem untuk mendapatkan jumlah kontainer dari berbagai tingkat otomasi sedangkan metode analisis manfaat biaya digunakan untuk mencari rasio manfaat biaya. Hasil analisis menunjukkan bahwa tingkat otomasi 4 yaitu tingkat otomasi dengan seluruh perangkat otomasi merupakan pilihan dengan rasio manfaat biaya dengan nilai tertinggi yaitu 164 dengan skenario jumlah lajur *Gate In* ekspor, *Gate In* impor, *Gate Out* ekspor dan *Gate Out* impor masing-masing 4 lajur.

Kata Kunci: Common Gate, Dinamika Sistem, Otomasi

# **SIMULATION MODEL FOR COMMON GATE AUTOMATION: A CASE STUDY OF NEW PRIOK PORT, KALIBARU, JAKARTA**

Author : Alifa Alma Adlina  
ID No. : 4413 100 052  
Dept./ Faculty : Marine Transportation/ Marine Technology  
Supervisors : 1. Dr. –Ing. Setyo Nugroho  
2. Ferdhi Zulkarnaen, S.T., M.Sc

## **ABSTRACT**

Common Gate is inspection center for truck and container for all container terminals in New Priok Port. Until now, terminal handled by Common Gate is NPCT1. The goal of automation is to increase productivity of Common Gate by substituting manual inspection process by gate inspector to automated inspection process by automation tools like LiDAR, axle sensor, OCR, and Custom Module. This study aims to determine the effect of automation to the duration needed for inspection process in Common Gate and to determine benefit-cost ratio to each automation level. The method used is simulation by system dynamics to determine total container from each automation level, and benefit-cost analysis to determine benefit-cost ratio. The results show that automation level 4, the level which has all automation tools, is the choice which has the highest benefit-cost ratio 164 with a scenario of total export Gate In lane, import Gate In lane, export Gate Out lane and import Gate Out lane, 4 lane each.

Keywords: Automation, Common Gate, System Dynamics

# DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR .....	ii
ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang Masalah.....	1
I.2 Perumusan Masalah .....	1
I.3 Batasan Masalah .....	2
I.4 Tujuan.....	2
I.5 Manfaat.....	2
I.6 Hipotesis .....	2
I.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
II.1 Pelabuhan .....	5
II.1.1 Definisi .....	5
II.1.2 Fungsi .....	5
II.1.3 Terminal Petikemas .....	5
II.2 Petikemas.....	6
II.2.1 Definisi .....	6
II.2.2 Ukuran .....	6
II.2.3 Truk kontainer .....	7
II.3 Common Gate.....	7
II.4 NPCT1 .....	8
II.5 <i>Intelligent Transportation System</i> .....	9
II.5.1 Definisi .....	9
II.5.2 Tujuan.....	9
II.6 <i>Gate Automation</i> .....	9
II.6.1 Definisi .....	9
II.6.2 Perangkat .....	10
II.7 Dinamika Sistem/ <i>System Dynamics</i> .....	13
II.7.1 Definisi Dinamika Sistem .....	13
II.7.2 Gambaran Umum.....	13
II.7.3 Topik Dinamika Sistem .....	14



II.7.4 Simulasi .....	16
II.7.5 Powersim .....	16
II.8 Peramalan dengan <i>Seasonal Index</i> .....	16
II.8.1 Analisis Musiman (Seasonal).....	16
II.8.2 Perhitungan Seasonal Index .....	16
II.8.3 Deseasonalisasi sebuah seri waktu .....	17
II.8.4 Peramalan dengan <i>seasonal index</i> .....	17
II.9 <i>Cost Benefit Analysis</i> .....	17
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	19
III.1 Diagram Alir .....	19
III.2 Tahap Pengerjaan .....	20
BAB IV GAMBARAN UMUM .....	23
IV.1 Kondisi Common Gate pada Awal Penelitian (Februari 2017) .....	23
IV.1.1 Operasi .....	23
IV.1.2 Teknologi .....	33
IV.1.3 <i>Traffic</i> .....	39
BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	45
V.1 Rencana <i>Gate Automation</i> .....	45
V.1.1 Dampak jika Tren Dilanjutkan .....	45
V.1.2 Alasan Penggunaan <i>Gate Automation</i> .....	46
V.1.3 Kebutuhan pengguna/ <i>user needs</i> terkait <i>Gate Automation</i> .....	46
V.2 Pandangan Helikopter/ <i>Helicopter View Gate Automation</i> .....	47
V.3 Simulasi <i>Gate Automation</i> .....	49
V.3.1 Tujuan Simulasi.....	49
V.3.2 Batasan .....	49
V.3.3 Diagram Sebab Akibat.....	51
V.3.4 Diagram Stok dan Aliran .....	61
V.3.5 Analisis Simulasi Powersim .....	71
V.3.6 Perhitungan dengan Ms. Excel .....	74
V.3.7 Analisis Akhir.....	112
BAB VI KESIMPULAN.....	121
VI.1 Kesimpulan .....	121
VI.2 Saran .....	122
DAFTAR PUSTAKA .....	123

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Gate In</i> Common Gate .....	7
Gambar 2. 2 OCR Camera .....	10
Gambar 2. 3 Scanning no kontainer oleh OCR.....	11
Gambar 2. 4 KIOSK.....	12
Gambar 2. 5 Contoh Diagram Sebab Akibat .....	14
Gambar 2. 6 Stok dan Aliran.....	15
Gambar 2. 7 Diagram stok dan aliran.....	15
Gambar 3. 1 LiDAR.....	11
Gambar 3. 2 Sensor <i>axle</i> .....	12
Gambar 3. 3 Diagram Alir Metodologi Penelitian.....	19
Gambar 4. 1 Skema penerimaan kontainer/ <i>receiving</i> secara keseluruhan .....	23
Gambar 4. 2 Alur Proses <i>Receiving</i> .....	26
Gambar 4. 3 Alur Proses <i>Delivery</i> .....	27
Gambar 4. 4 Alur Proses <i>Delivery</i> .....	28
Gambar 4. 5 Tampilan inspeksi <i>Receiving</i> (5 gambar di atas), tampilan <i>truck in/out Receiving</i> ....	29
Gambar 4. 6 Tampilan inspeksi (4 gambar di atas), tampilan <i>Truck In Delivery</i> .....	30
Gambar 4. 7 Tampilan <i>Truck Out Delivery</i> .....	31
Gambar 4. 8 Tampilan <i>database</i> Common Gate .....	32
Gambar 4. 9 Arsitektur Sistem Pertukaran Data.....	33
Gambar 4. 10 Skema pertukaran data ekspor antara NPCT1 TOS dan CGS .....	35
Gambar 4. 11 Skema pertukaran data impor antara NPCT1 TOS dan CGS .....	36
Gambar 4. 12 <i>Gate pass</i> ekspor.....	38
Gambar 4. 13 <i>Gate pass</i> impor.....	38
Gambar 4. 14 Produksi Common Gate 2016 .....	40
Gambar 4. 15 Produksi Common Gate 2017 .....	40
Gambar 5. 1 Helicopter view <i>Gate Automation</i> .....	47
Gambar 5. 2 Diagram sebab akibat (secara keseluruhan) .....	51
Gambar 5. 3 Ilustrasi proses manual di <i>Gate In</i> ekspor .....	53
Gambar 5. 4 Ilustrasi proses <i>Gate Automation</i> di <i>Gate In</i> ekspor.....	54
Gambar 5. 5 Subsistem Produktivitas <i>Gate In</i> per lajur per jam (ekspor).....	55
Gambar 5. 6 Ilustrasi proses manual di <i>Gate In</i> impor .....	56

Gambar 5. 7 Ilustrasi proses <i>Gate Automation</i> di <i>Gate In</i> impor.....	57
Gambar 5. 8 Subsistem Produktivitas <i>Gate In</i> per lajur per jam (impor).....	57
Gambar 5. 9 Ilustrasi proses manual di <i>Gate Out</i> ekspor .....	58
Gambar 5. 10 Ilustrasi proses <i>Gate Automation</i> di <i>Gate In</i> impor.....	58
Gambar 5. 11 Subsistem Produktivitas <i>Gate Out</i> per lajur per jam (ekspor) .....	59
Gambar 5. 12 Ilustrasi proses manual di <i>Gate Out</i> impor.....	59
Gambar 5. 13 Ilustrasi proses <i>Gate Automation</i> di <i>Gate Out</i> impor .....	60
Gambar 5. 14 Subsistem Produktivitas <i>Gate Out</i> per lajur per jam (impor) .....	60
Gambar 5. 15 Diagram Stok dan Aliran subsistem Forecast Throughput .....	61
Gambar 5. 16 Diagram Stok dan Aliran subsistem Produktivitas Maksimum <i>Gate In</i> ekspor.....	65
Gambar 5. 17 Subsistem Produktivitas Maksimum <i>Gate In</i> Impor .....	66
Gambar 5. 18 Subsistem Produktivitas Maksimum <i>Gate Out</i> Ekspor .....	67
Gambar 5. 19 Subsistem Produktivitas Maksimum <i>Gate Out</i> Impor.....	68
Gambar 5. 20 Diagram Stok dan Aliran Subsistem Rate dan Level <i>Gate In</i> .....	68
Gambar 5. 21 Diagram Stok dan Aliran Subsistem Rate dan Level Terminal .....	69
Gambar 5. 22 Diagram Stok dan Aliran Subsistem Rate dan Level <i>Gate Out</i> .....	70
Gambar 5. 23 Rate forecast throughput .....	71
Gambar 5. 24 Level forecast throughput .....	72
Gambar 5. 25 Rate <i>Gate In</i> , Terminal, dan <i>Gate Out</i> .....	72
Gambar 5. 26 Rate kumpulan <i>Gate In</i> , Terminal, dan <i>Gate Out</i> .....	72
Gambar 5. 27 Level <i>Gate In</i> , terminal dan <i>Gate Out</i> .....	73
Gambar 5. 28 Jumlah kontainer yang terlayani tingkat otomasi 3D .....	73
Gambar 5. 29 Ilustrasi asumsi durasi LiDAR dan sensor <i>axle</i> .....	77
Gambar 5. 30 Throughput JICT .....	81
Gambar 5. 31 Seasonal Index JICT .....	83
Gambar 5. 32 Data historis throughput NPCT1 (TEU) .....	83
Gambar 5. 33 Perbandingan FEU dengan TEU .....	85
Gambar 5. 34 Sensitivitas rate max ekspor .....	91
Gambar 5. 35 Sensitivitas Rate Max Impor.....	92
Gambar 5. 36 Level Kumulatif atau akumulasi kontainer 2016-2020 .....	93
Gambar 5. 37 Kapasitas Terminal (Akumulasi 5 tahun).....	94
Gambar 5. 38 Perbandingan forecast throughput dan kapasitas terminal (akumulasi 5 tahun) .....	94
Gambar 5. 39 Rate per Tahun ekspor dan impor .....	95



Gambar 5. 40 Kapasitas terminal (kontainer/tahun) .....	96
Gambar 5. 41 Perbandingan rate throughput dan rate terminal .....	96
Gambar 5. 42 Selisih jumlah kontainer dengan tingkat otomasi 0.....	97
Gambar 5. 43 Sensitivitas Benefit Cost Ratio .....	110
Gambar 5. 44 Benefit Cost Ratio .....	112
Gambar 5. 45 Perbandingan Rate maksimum ekspor .....	115
Gambar 5. 46 Perbandingan rate maksimum impor .....	115
Gambar 5. 47 Perbandingan biaya kapital dan biaya operasional.....	116
Gambar 5. 48 Benefit Cost Ratio dari Skenario 1, 2, dan 3 .....	118
Gambar 5. 49 Selisih kontainer yang dilayani dari Skenario 1, 2 dan 3 .....	119

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi New Priok Container Terminal 1 (NPCT1).....	8
Tabel 2. 2 Peralatan di New Priok Container Terminal 1 (NPCT1) .....	8
Tabel 2. 3 Fasilitas di New Priok Container Terminal 1 (NPCT1) .....	8
Tabel 4. 1 Durasi pelayanan rata-rata ekspor di Common Gate .....	42
Tabel 4. 2 Durasi pelayanan rata-rata impor di Common Gate.....	42
Tabel 4. 3 Perhitungan SDM di Common Gate .....	43
Tabel 5. 1 Konversi tingkat otomasi pada simulasi .....	65
Tabel 5. 2 Verifikasi dengan perhitungan Ms Excel.....	74
Tabel 5. 3 Tingkat Otomasi .....	74
Tabel 5. 4 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer <i>Gate In</i> ekspor manual .....	75
Tabel 5. 5 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer <i>Gate In</i> ekspor otomasi .....	75
Tabel 5. 6 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer <i>Gate In</i> impor manual .....	76
Tabel 5. 7 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer <i>Gate In</i> impor otomasi .....	76
Tabel 5. 8 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer <i>Gate Out</i> ekspor manual.....	76
Tabel 5. 9 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer <i>Gate Out</i> ekspor otomasi.....	76
Tabel 5. 10 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer <i>Gate Out</i> impor manual.....	76
Tabel 5. 11 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer <i>Gate Out</i> impor otomasi.....	77
Tabel 5. 12 Durasi Pelayanan per kontainer per lajur sesuai tingkat otomasi .....	78
Tabel 5. 13 Produktivitas per jam per lajur sesuai tingkat otomasi .....	78
Tabel 5. 14 Jumlah lajur .....	79
Tabel 5. 15 Jam kerja per hari .....	79
Tabel 5. 16 Rekap produktivitas total lajur.....	80
Tabel 5. 17 Rasio <i>throughput</i> asli JICT dan <i>throughput linear</i> .....	82
Tabel 5. 18 <i>Seasonal Index</i> .....	82
Tabel 5. 19 Verifikasi peramalan <i>throughput</i> NPCT1 tahun 2017.....	84
Tabel 5. 20 Rata-rata perbandingan FEU/TEU.....	85
Tabel 5. 21 Rekapitulasi <i>throughput</i> per tahun.....	86
Tabel 5. 22 Contoh perhitungan biaya modal untuk Infrastruktur sistem .....	99
Tabel 5. 23 Rekapitulasi biaya pengadaan/kapital <i>Gate Automation</i> .....	100
Tabel 5. 24 Total biaya kapital .....	101
Tabel 5. 25 Depresiasi biaya kapital.....	102

Tabel 5. 26 Biaya Operasional tingkat otomasi 4 .....	103
Tabel 5. 27 Biaya Operasional <i>Gate Inspector</i> .....	104
Tabel 5. 28 Jumlah <i>Gate Inspector</i> .....	106
Tabel 5. 29 Benefit Cost Ratio .....	110
Tabel 5. 30 Selisih kontainer ekspor antara tingkat otomasi 4 dengan tingkat otomasi 0 .....	111
Tabel 5. 31 Jumlah lajur Skenario 1 .....	112
Tabel 5. 32 Benefit Cost Ratio .....	112
Tabel 5. 33 Tingkat otomasi.....	113
Tabel 5. 34 Durasi pelayanan menit/lajur per tingkat otomasi.....	114
Tabel 5. 35 Produktivitas (kontainer/jam) .....	114
Tabel 5. 36 Selisih kontainer dengan tingkat otomasi 0 untuk Skenario 1.....	116
Tabel 5. 37Jumlah lajur skenario 1,2 dan 3 .....	118



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang Masalah**

New Priok Port merupakan suatu pelabuhan internasional yang didirikan di Kalibaru, Jakarta pada bulan Maret 2016. Saat ini, hanya ada satu terminal kontainer yaitu New Priok Port Container Terminal 1 (NPCT1) dengan kapasitas maksimal 1.500.000 TEU.

PT. IPC Terminal Petikemas (PT. IPC TPK) merupakan perusahaan induk dari New Priok Port, mengelola sistem masuk-keluarnya truk menuju New Priok Port dengan sebuah sistem bernama Common Gate yang berfungsi sebagai pusat seluruh pemeriksaan seperti pemeriksaan fisik truk, kontainer, serta pemeriksaan bea cukai. Berdasarkan *survey* pada bulan Februari 2017, dengan produktivitas 12 kontainer per jam Common Gate memerlukan 5 lajur dari total 8 lajur untuk menangani *throughput* tahun 2017 yang diramalkan sebanyak 700.000 TEU. Jika produktivitas 12 kontainer per jam atau sekitar 5 menit per kontainer dan dengan batasan total lajur yaitu 8 lajur, Common Gate tidak bisa melayani total kontainer jika sudah mencapai kapasitas maksimal NPCT1.

Peningkatan kinerja Common Gate dapat ditingkatkan dengan menghilangkan kegiatan-kegiatan yang masih bersifat manual menjadi terotomatisasi dengan penerapan *Gate Automation*. Dengan peningkatan kinerja, maka produktivitas juga akan meningkat. Selain itu, *Gate Automation* juga bisa menghilangkan biaya SDM karena seluruh fungsi sudah dijalankan oleh mesin/teknologi. Namun, dampak *Gate Automation* masih belum diketahui secara jelas maka itu dibutuhkan sebuah simulasi untuk mengetahui berapa kisaran durasi layanan Common Gate yang berkurang sebagai pertimbangan manajemen pelabuhan dalam penerapan *Gate Automation* pada Common Gate.

### **I.2 Perumusan Masalah**

1. Bagaimana dampak “*Gate Automation*” terhadap waktu layanan (durasi) pada Common Gate?
2. Bagaimana analisis biaya manfaat terkait penerapan “*Gate Automation*”?

### **I.3 Batasan Masalah**

1. Lingkup studi yang digunakan adalah Common Gate New Priok Port yang hanya melayani New Priok Port Container Terminal 1 (NPCT1)
2. Dinamika sistem pada pemodelan digunakan untuk mengetahui waktu layanan (durasi) pada Common Gate dan komponen-komponen peningkat kinerja Common Gate. Simulasi bersifat makro, sehingga tidak berfokus pada antrian di Common Gate.
3. Truk yang masuk hanya melakukan 1 siklus, yaitu hanya membawa kontainer ekspor atau hanya membawa kontainer impor. Truk sesuai dengan ukuran kontainer yang diangkut sesuai peraturan menteri yang akan dijelaskan kemudian.

### **I.4 Tujuan**

1. Mengetahui dampak “*Gate Automation*” terhadap waktu layanan (durasi) pada Common Gate.
2. Mengetahui analisis biaya manfaat terkait penerapan “*Gate Automation*”.

### **I.5 Manfaat**

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai pertimbangan manajemen PT. IPC Terminal Petikemas dalam penerapan “*Gate Automation*” pada Common Gate.

### **I.6 Hipotesis**

Penerapan “*Gate Automation*” menurunkan waktu pelayanan per kontainer (durasi) pada Common Gate. Menurunnya durasi pelayanan, akan berpengaruh pada peningkatan produktivitas Common Gate dibanding kondisi saat ini yaitu Semi-Otomatis.

### **I.7 Sistematika Penulisan Tugas Akhir**

Berikut adalah sistematika tugas akhir yang digunakan.

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Bab I Pendahuluan berisi tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan, tujuan, manfaat, serta hipotesis yang digunakan oleh penelitian ini. Selain itu, sistematika penulisan tugas akhir juga tercantum pada bab ini.

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab II Tinjauan Pustaka berisi tentang kumpulan studi literatur terkait penelitian yang dilakukan, baik bahasan utama yaitu *Gate Automation* pada Common Gate New Priok Port, Kalibaru, Jakarta, maupun *tools* yang digunakan pada penelitian ini yaitu dinamika sistem/*system dynamics* serta *cost benefit analysis*. Bab ini berisi teori-teori yang mempermudah pembaca dalam memahami penelitian ini.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab III Metodologi Penelitian berisi tentang alur kerangka berpikir pada penelitian. Berisi tentang alur pemecahan masalah pada penelitian mulai dari kondisi saat ini, identifikasi masalah, pengumpulan data, evaluasi, serta kesimpulan. Dengan kerangka berpikir ini, maka penelitian ini dapat diselesaikan.

## BAB IV ANALISIS

Bab IV Analisis berisi tentang analisis dari hasil pengolahan data dari *tools* yang digunakan pada penelitian ini yaitu dinamika sistem/*system dynamics* serta *cost benefit analysis*. Sehingga, didapatkan jawaban dari identifikasi masalah yang tertera di awal.

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab V Kesimpulan berisi tentang hasil analisis yang didapat sehingga dapat menjadi saran bagi manajemen pelabuhan untuk pengoperasian *Gate Automation* pada Common Gate.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Pelabuhan**

##### **II.1.1 Definisi**

Pelabuhan adalah daerah perairan yang terlindung dari gelombang, yang dilengkapi dengan fasilitas terminal laut meliputi dermaga dimana kapal dapat bertambat untuk kegiatan bongkar muat, dilengkapi dengan fasilitas alat bongkar muat dan tempat-tempat penyimpanan dimana barang-barang dapat disimpan dalam kurun waktu tertentu (Triatmodjo, 2009).

##### **II.1.2 Fungsi**

- *Interface* : Pelabuhan merupakan tempat dua sistem transportasi/ alat angkut, dalam hal ini adalah transportasi darat dan transportasi laut. Dengan demikian maka pelabuhan harus menunjang berbagai fasilitas dan pelayanan jasa yang diutuhkan untuk mendukung perpindahan barang dari angkutan laut ke angkutan darat ataupun sebaliknya
- *Link* : pelabuhan merupakan mata rantai dalam sistem transportasi. Sebagai mata rantai, pelabuhan baik dilihat dari kinerjanya maupun dari segi biayanya akan mempengaruhi kegiatan transportasi secara keseluruhan.
- *Gateway* : pelabuhan berfungsi sebagai pintu masuk dan keluarnya barang dari suatu negara atau daerah. Dalam hal ini pelabuhan memegang peran penting bagi perekonomian suatu daerah.
- *Industrial Entity* : Fungsi pelabuhan untuk menunjang perkembangan industri yang berorientasi pada ekspor dan impor dari suatu negara (Triatmodjo, 2009).

##### **II.1.3 Terminal Petikemas**

Berdasarkan ketentuan Pasal 1 dari Keputusan Direksi Pelabuhan Indonesia II Nomor HK.56/2/25/P.I-II-2002, yang dimaksud dengan terminal petikemas adalah terminal yang dilengkapi sekurang-kurangnya dengan fasilitas berupa tambahan, dermaga, lapangan penumpukan (*container yard*), serta peralatan yang layak untuk melayani kegiatan bongkar muat petikemas.

## II.2 Petikemas

### II.2.1 Definisi

Petikemas (*container*) adalah satu kemasan yang dirancang secara khusus dengan ukuran tertentu, dapat dipakai berulang kali, dipergunakan untuk menyimpan dan sekaligus mengangkut muatan yang ada didalamnya. Filosofi dibalik petikemas adalah membungkus atau membawa muatan dalam peti-peti yang sama dan membuat semua kendaraan dapat mengangkutnya sebagai satu kesatuan, baik kendaraan itu berupa kapal laut, kereta api, truk, atau angkutan lainnya, dan dapat membawanya secara cepat, aman, dan efisien atau bila mungkin dari pintu ke pintu (*door to door*)(Suyono R. , 2001).

### II.2.2 Ukuran

Agar pengoperasian petikemas dapat berjalan dengan baik, maka semua pihak yang terlibat harus menyetujui agar ukuran-ukuran dari petikemas harus sama dan sejenis serta mudah diangkut. Badan *International Standard Organization* (ISO) telah menetapkan ukuran-ukuran dari petikemas sebagai berikut :

#### 1. *Container 20' (20 feet)*

Ukuran luar	: 20' (p) x 8' (l) x 8'6" (t)
atau	: 6,058 x 2,438 x 2,591 m
Ukuran dalam	: 5,919 x 2,340 x 2,380 m
Kapasitas	
Cubic Capacity	: 33 Cbm
Pay Load	: 22,1 ton

#### 2. *Container 40' (40 feet)*

Ukuran luar	: 40' (p) x 8' (l) x 8'6" (t)
atau	: 12,192 x 2,438 x 2,591 m
Ukuran dalam	: 12,045 x 2,309 x 2,379 m
Kapasitas	
Cubic Capacity	: 67,3 Cbm
Pay Load	: 27,369 ton

Ukuran muatan dalam pembongkaran/pemuatan kapal petikemas dinyatakan dalam TEU (*twenty food equivalent unit*). Oleh karena ukuran standar dari petikemas dimulai dari panjang 20 *feet*, maka satu petikemas 20' dinyatakan sebagai 1 (satu) TEU dan petikemas 40' dinyatakan sebagai 2 (dua) TEU atau sering juga dinyatakan dalam FEU (*fourty feet equivalent unit*).

### II.2.3 Truk kontainer

Berdasarkan ketentuan Pasal 9 dari Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 14 Tahun 2007 tentang Kendaraan Pengangkut Petikemas di Jalan, dinyatakan pada ayat pertama bahwa “Satu kendaraan penangkut peti kemas di jalan hanya diizinkan untuk mengangkut 1 (satu) peti kemas sesuai dengan panjang kereta tempelan.” Dan pada ayat kedua bahwa “Tidak diizinkan mengangkut 2 (dua) peti kemas saat bersamaan dengan menggunakan 1 (satu) kendaraan bermotor pengangkut peti kemas di jalan.” Sehingga dapat disimpulkan bahwa satu truk hanya mengangkut petikemas dengan ukuran yang sesuai dengan petikemas tersebut (petikemas 20’ atau petikemas 40’).

### II.3 Common Gate

Common Gate merupakan sebuah pusat inspeksi truk dan kontainer yang melayani beberapa terminal, NPCT1 merupakan yang pertama. Common Gate terdiri dari *Gate In* dan *Gate Out*. Hingga tahun 2017, inspeksi dilakukan oleh *Gate Inspector* Common Gate PT. IPC TPK dan bea cukai.

Proses inspeksi kontainer ekspor dan impor berbeda-beda. Sehingga, dibutuhkan durasi yang berbeda pula untuk melayani 1 kontainer ekspor dan impor di masing-masing *Gate In* dan *Gate Out*.



Gambar 2. 1 *Gate In* Common Gate

*Sumber:* (Survey peneliti, 2017)



## II.4 NPCT1

New Priok Container Terminal 1 (NPCT1) merupakan salah satu terminal petikemas di New Priok Port atau Pelabuhan Kalibaru, Tanjung Priok, Jakarta. Berikut adalah spesifikasi New Priok Container Terminal 1 (NPCT1).

Tabel 2. 1 Spesifikasi New Priok Container Terminal 1 (NPCT1)

### SPESIFIKASI TERMINAL

Lebar Dermaga (m)	850
Sarat Maksimal (m)	-16
Kapasitas (juta TEU)	1.5
Ruang Fasilitas (ha)	32
Hektar per <i>Quay Crane</i>	4

Sumber: (npct1.co.id, 2017)

Berikut adalah peralatan yang ada di New Priok Container Terminal 1 (NPCT1)

Tabel 2. 2 Peralatan di New Priok Container Terminal 1 (NPCT1)

### PERALATAN

<i>Quay Cranes</i>	8
<i>Twin-lift Capable Cranes</i>	8
eRTG	20
<i>Prime Movers</i>	44

Sumber: (npct1.co.id, 2017)

Berikut adalah fasilitas yang ada di New Priok Container Terminal 1 (NPCT1)

Tabel 2. 3 Fasilitas di New Priok Container Terminal 1 (NPCT1)

### FASILITAS

Slot Kontainer	5400
Slot <i>Reefer</i> (kapasitas 5 tier)	198
Slot Colokan <i>Reefer</i>	990
Slot DG	80
Slot Kontainer Kosong	184

Sumber: (npct1.co.id, 2017)

## **II.5 *Intelligent Transportation System***

### **II.5.1 Definisi**

Secara umum diartikan sebagai integrasi atau keterpaduan antar sistem informasi dan teknologi komunikasi dengan infrastruktur transportasi dan penggunaannya. Data informasi tersebut dapat didistribusikan melalui berbagai media informasi untuk sampai kepada individu yang terlibat dalam proses transportasi tersebut.

### **II.5.2 Tujuan**

Di antara tujuan dasar ITS adalah sebagai berikut:

1. Membuat sistem transportasi yang dapat membantu pemakai transportasi dan pengguna transportasi untuk mendapatkan informasi
2. Mempermudah transaksi
3. Mengurangi beban penyusunan informasi
4. Meningkatkan kapasitas prasarana dan sarana transportasi
5. Mengurangi kemacetan atau antrian
6. Meningkatkan keamanan dan kenyamanan
7. Mengurangi polusi lingkungan.

*Intelligent Transport System* (ITS), juga disebut transportasi sistem telematika, termasuk berbagai alat dan layanan yang berasal dari teknologi informasi dan komunikasi. Sistem ini memiliki potensi untuk memberikan manfaat yang signifikan bagi efisiensi operasional dan keandalan transportasi, peningkatan pengelolaan infrastruktur informasi yang relevan dan tepat waktu bagi pengguna, meningkatkan fitur keselamatan dan mengurangi polusi lingkungan.

## **II.6 *Gate Automation***

### **II.6.1 Definisi**

*Gate Automation* merupakan sebuah upaya mengganti sebuah proses yang berjalan secara manual menjadi terotomatisasi. Pada kasus ini, proses yang berjalan manual adalah proses inspeksi truk dan kontainer yang dilakukan oleh *Gate Inspector* di Common Gate.

*Gate Automation* menggunakan perangkat-perangkat yang bisa menggantikan *Gate Inspector*.

## II.6.2 Perangkat

Seluruh proses inspeksi dilakukan secara utama menggunakan perangkat-perangkat seperti LiDAR, OCR, jembatan timbang dan sensor *axle*. Informasi inspeksi diberikan ke kantor Common Gate melalui pertukaran data elektronik ke sistem Common Gate. Sedangkan, jika ada kendala maka di *post gate* akan dilakukan inspeksi kembali oleh *Gate Inspector* dan informasi inspeksi akan di-input melalui *handheld* dan dikirimkan secara pertukaran data elektronik ke sistem Common Gate. Informasi inspeksi yang diterima akan diproses dan diserahkan kembali ke *Gate In/Gate Out* Common Gate berupa instruksi *release/hold barrier* sehingga truk dapat masuk. Seluruh proses menggunakan koneksi *Local Area Network* (LAN) dan terhubung dengan internet.

### 1. *Optical Character Recognition* (OCR)

OCR (*Optical Character Recognition*) adalah konversi tulisan pada gambar untuk dijadikan sebuah teks secara elektronik atau proses *scan*. Menurut Penyusunan Desain Standar Autogate untuk Terminal Petikemas IPC, Kamera OCR bisa mendukung kecepatan truk sampai dengan 40 km/jam. Waktu pemrosesan yang cepat, yaitu 3 detik/perjalanan truk. Sehingga, satu system bisa menangani sampai dengan 500 truk/jam.

Kamera OCR ini bisa membaca komponen-komponen yang dibutuhkan untuk *Gate Automation*, yaitu:

- Nomor kontainer
- Nomor polisi truk



Gambar 2. 2 OCR Camera

Sumber: PT. IPC, 2017

Berikut adalah ilustrasi cara kerja kamera OCR.



Gambar 2. 3 Proses *scan* no kontainer oleh OCR

*Sumber:* PT. IPC, 2017

## 2. *Light Detection and Ranging* (LiDAR)

LiDAR merupakan teknologi peraba jarak jauh optik yang dapat mendeteksi kerusakan kontainer. LiDAR bisa mendeteksi kerusakan kontainer menggunakan sinar laser. Karena proses *scan* menggunakan kecepatan cahaya, maka untuk mendeteksi kerusakan bisa diasumsikan menggunakan kecepatan truk membawa kontainer yang melewati LiDAR. Data yang diberikan ke sistem Common Gate berbentuk informasi teks, dengan *output* nominal angka yang mengidentifikasi seberapa parah kerusakan kontainer.



Gambar 3. 1 LiDAR

*Sumber:* PT. IPC TPK, 2017

Komponen utama LiDAR adalah laser, *scanner* dan optik, *photodetector* dan *receiver*, dan sistem navigasi dan posisi.

Laser dikategorikan dari panjang gelombangnya. Semakin besar panjangnya, maka semakin akurat. Gambar baru bisa diolah tergantung dari kecepatan *scan* gambar ke

sistem, sedangkan optik menentukan resolusi dan jangkauan yang bisa dideteksi oleh sistem. *Photodetector* dan *receiver* merupakan perangkat yang membaca dan merekam sinyal yang dikembalikan ke sistem. Jika sensor LiDAR digunakan untuk mendeteksi benda yang bergerak, penting untuk mengetahui posisi secara akurat oleh sistem navigasi dan posisi.

### 3. Sensor *axle*

Sensor ini digunakan untuk mengetahui jumlah sumbu roda pada truk dan langsung di-*input* ke sistem Common Gate. Sensor *axle* serupa dengan polisi tidur, tetapi dilengkapi sensor untuk menghitung jumlah roda yang sudah melewati sensor yang telah terhubung dengan *Gate Operating System* (GOS). Sensor *axle* diletakkan sebelum jembatan timbang sehingga seluruh roda sudah terhitung sebelum proses penimbangan berat kotor oleh jembatan timbang.



Gambar 3. 2 Sensor *axle*

*Sumber:* PT. IPC TPK, 2017

### 4. KIOSK



Gambar 2. 4 KIOSK

*Sumber:* PT. IPC TPK, 2017

KIOSK/*enclosure* digunakan oleh supir truk untuk mencetak *gate pass*. KIOSK akan dipasang di sebelah kanan sisi jalan. Berikut adalah fitur-fitur yang ada di KIOSK.

- Tombol pencetak *gate pass*.  
Supir truk menekan tombol pencetak *gate pass* saat memasuki KIOSK. *Gate pass* yang dicetak sudah berisi nomor truk yang telah di-*scan* melalui OCR sebelum memasuki KIOSK.
- Tombol bantuan  
Digunakan untuk permohonan komunikasi dengan petugas kantor Common Gate jika ada kendala.
- *Printer*  
Digunakan untuk mencetak *gate pass*.
- Layar *touch screen*  
Sebagai layar agar supir truk dapat menginput nomor *gate pass* atau nomor kontainer.
- Mikrofon & pengeras suara/*speaker*  
Memfasilitasi komunikasi antara supir truk dengan petugas Common Gate di kantor.

## **II.7 Dinamika Sistem/System Dynamics**

### **II.7.1 Definisi Dinamika Sistem**

Dinamika sistem merupakan pendekatan untuk memahami perilaku nonlinear dari sistem yang kompleks seiring dengan waktu menggunakan stok, aliran, serta sebab-akibat.

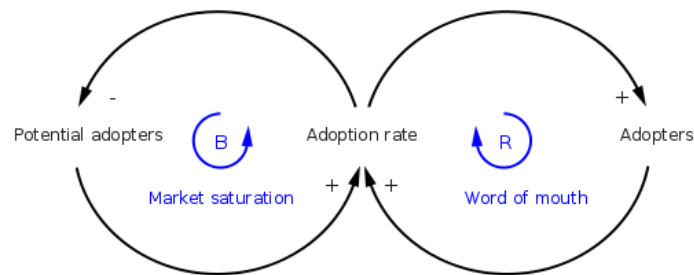
### **II.7.2 Gambaran Umum**

Dinamika sistem adalah sebuah metodologi dan teknik model matematis untuk memberi batasan, mengerti dan membahas masalah yang kompleks. Dasar dari metode ini adalah pemahaman bahwa struktur pada setiap sistem, banyaknya hubungan sirkular dan waktu tunda antara berbagai komponen didalamnya, merupakan hal penting untuk menentukan perilaku dari komponen-komponen individual didalamnya.

### II.7.3 Topik Dinamika Sistem

#### a. Diagram sebab-akibat

Pada metodologi dinamika sistem, sebuah masalah atau sebuah sistem (contoh: ekosistem, sistem politik, dan sistem mekanis) direpresentasikan dalam diagram sebab akibat. Diagram sebab akibat adalah sebuah pemetaan sederhana dari sebuah sistem beserta komponen-komponen didalamnya, dan interaksi antar komponen. Dengan gambaran interaksi-interaksi didalamnya, diagram sebab akibat menunjukkan struktur sistem tersebut. Dengan memahami struktur dari sebuah sistem, maka perubahan perilaku sebuah sistem setiap satuan waktu dapat ditentukan.



Gambar 2. 5 Contoh Diagram Sebab Akibat

Sumber: Wikipedia.co.id, 2017

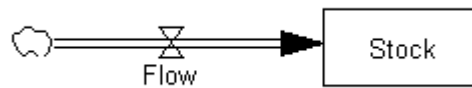
Pada diagram sebab akibat, panah positif menunjukkan bahwa adanya hubungan positif antara komponen. Sedangkan panah negatif menunjukkan bahwa adanya hubungan negatif antara komponen. Seperti pada gambar diatas, ada dua *loop* pada diagram. *Loop* positif, dilambangkan dengan “R”, merupakan tanda bahwa kedua komponen memiliki hubungan berkesinambungan. Semakin besar komponen A, maka semakin besar komponen B. Sedangkan *loop* negatif, dilambangkan dengan “B”, merupakan tanda bahwa kedua komponen memiliki hubungan berkebalikan. Semakin besar komponen A, maka semakin kecil komponen B.

#### b. Diagram Stok dan Aliran

Untuk menunjukkan analisis kuantitatif yang lebih rinci, diagram sebab akibat diubah menjadi diagram stok dan aliran. Model stok dan aliran membantu menganalisis sistem dengan cara kuantitatif. Model stok dan aliran biasanya dibuat dan disimulasikan menggunakan perangkat lunak komputer.



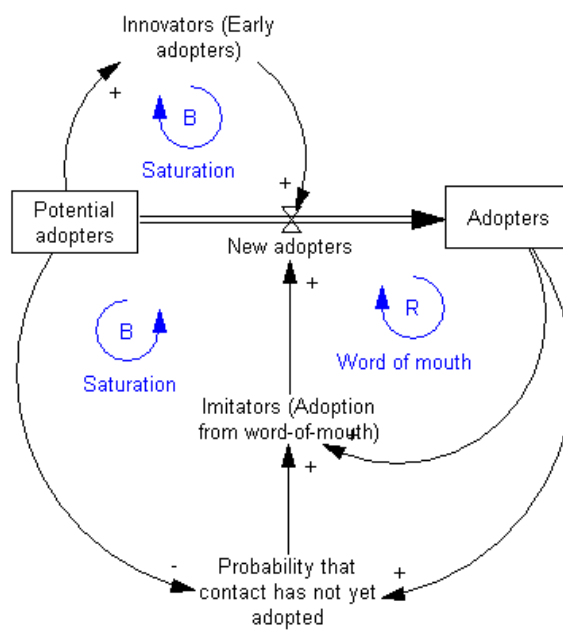
Stok merupakan entitas yang mengalami akumulasi kuantitas setiap berjalannya waktu. Aliran merupakan tingkat perubahan yang terjadi pada stok.



Gambar 2. 6 Stok dan Aliran

Sumber: Wikipedia.co.id, 2017

Misalnya, ada 2 stok, yaitu Pengadopsi potensial dan Pengadopsi. Ada 1 aliran, yaitu Pengadopsi baru. Untuk setiap pengadopsi baru, stok dari pengadopsi potensial menurun sebanyak 1, dan stok adopter meningkat sebanyak 1.



Gambar 2. 7 Diagram stok dan aliran

Sumber: Wikipedia.co.id, 2017

### c. Persamaan Matematis

Persamaan matematis digunakan untuk mencari kuantitas akhir stok seiring berjalannya waktu.

Berikut adalah contoh persamaan matematis.

$$\text{Pengadopsi potensial} = \int_0^t - \text{Pengadopsi baru} . dt$$

## II.7.4 Simulasi

Diagram stok dan aliran sudah didapat dan persamaan matematis diketahui, maka dilakukan simulasi untuk mengetahui perubahan suatu stok dalam satuan waktu. Simulasi dilakukan karena lebih efisien waktu dan dana dibandingkan jika harus melakukannya di dunia nyata.

## II.7.5 Powersim

Powersim merupakan salah satu contoh perangkat lunak komputer yang digunakan untuk membuat dan melakukan simulasi terhadap dinamika sistem.

## II.8 Peramalan dengan *Seasonal Index*

### II.8.1 Analisis Musiman (Seasonal)

Variasi musiman bisa berlangsung selama setahun, atau selama jangka waktu yang lebih pendek seperti sebulan, seminggu, atau sehari. Untuk mengukur efek musiman, *seasonal index* dapat dihitung, yang menunjukkan derajat perbedaan antara musim satu dengan musim lainnya. Satu prasyarat yang dibutuhkan untuk menghitung *seasonal index* adalah seri waktu/*time series* yang cukup panjang agar variabel per musimnya bisa diobservasi. Misalnya, musim didefinisikan sebagai satu bulan per tahun.

### II.8.2 Perhitungan Seasonal Index

Cara menghitung menggunakan *seasonal index* pertama-tama dengan cara menghilangkan efek seasonal dan variasi random dengan analisis regresi; yaitu dengan menghitung garis regresi dari sampel.

$$\hat{y}_t = b_0 + b_1 t$$

Untuk setiap jangka waktu, dihitung perbandingan antara nilai asli (nilai awal) dan nilai yang didapat dengan menggunakan persamaan diatas.

$$\frac{y_t}{\hat{y}_t}$$

Perbandingan ini digunakan untuk menghilangkan variasi tren. Selanjutnya, dihitung rata-rata perbandingan untuk setiap musim-nya. Prosedur ini menghilangkan kebanyakan (tetapi tidak semua) variasi random, lalu menyisakan perhitungan musiman.

### II.8.3 Deseasonalisasi sebuah seri waktu

Salah satu pengaplikasian *seasonal index* adalah dengan menghilangkan variasi musiman pada seri waktu. Proses ini dinamakan **deseasonalisasi**, dan hasilnya disebut *seasonally adjusted time series*. Prosesnya sederhana, yaitu dengan membagi seri waktu dengan *seasonal index*. Dengan menghilangkan faktor musiman, dapat dilihat kenaikan atau penurunan “asli” dalam seri waktu.

### II.8.4 Peramalan dengan *seasonal index*

Jika seri waktu dibentuk dari variasi musiman dan tren jangka panjang, *seasonal index* dan persamaan regresi dapat digunakan untuk peramalan. Cara meramalkan tren untuk periode waktu  $t$  adalah sebagai berikut.

$$F_t = [b_0 + b_1 t] \times SI_t$$

Dimana

$F_t$  = Peramalan untuk periode  $t$

$b_0 + b_1 t$  = Persamaan regresi

$SI_t$  = *Seasonal index* untuk periode  $t$

## II.9 Cost Benefit Analysis

Analisis manfaat-biaya/*cost-benefit analysis* menggunakan perbandingan biaya manfaat/*cost-benefit ratio* untuk mengetahui kelayakan model.

Dari perhitungan analisis manfaat biaya, suatu proyek dikatakan layak jika manfaat lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan dan dikatakan tidak layak bila biaya lebih dari manfaat. Manfaat dan biaya bisa dibandingkan karena dalam analisis ini, seluruh komponen pada manfaat dan biaya dibuat dalam satuan yang sama, contohnya adalah mata uang.

Analisis manfaat-biaya biasanya dilakukan dengan melihat rasio antara manfaat dari suatu proyek pada masyarakat umum terhadap biaya-biaya yang dikeluarkan pemerintah/perusahaan. Secara matematis hal ini biasa diformulasikan pada formula berikut:

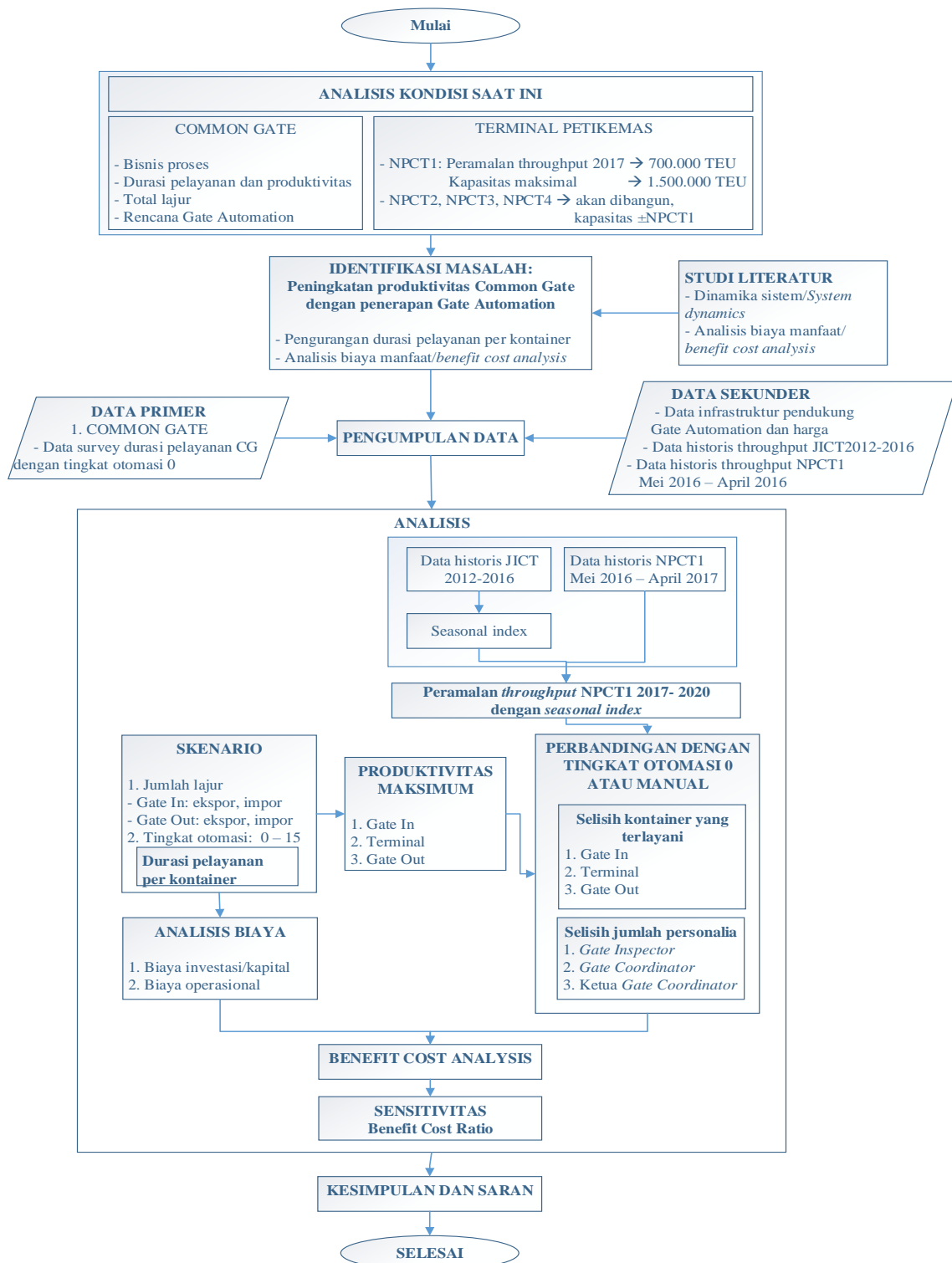
$$BCR = \frac{B}{C} = \frac{\text{Manfaat yang didapatkan}}{\text{Biaya yang dikeluarkan}}$$

Untuk mendapatkan nilai BCR (*benefit-cost ratio*), maka dilakukan perhitungan manfaat dibagi biaya. BCR dianggap layak jika,  $BCR > 1$ . Artinya, manfaat lebih besar daripada biaya yang dikeluarkan.

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### III.1 Diagram Alir

Berikut adalah metodologi penelitian yang digunakan pada penelitian ini.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Metodologi Penelitian

### **III.2 Tahap Pengerjaan**

Tahap pengerjaan Tugas Akhir ini dilakukan dengan beberapa langkah sesuai dengan diagram alir penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Tahap Identifikasi Masalah
2. Tahap Studi Literatur
3. Tahap Pengumpulan Data
4. Tahap Analisis
5. Kesimpulan

#### **Tahap Identifikasi Masalah**

Tahap identifikasi masalah didapat dari keadaan Common Gate saat ini dan rencana Common Gate oleh perusahaan. Sehingga, didapatlah identifikasi masalah untuk penelitian ini yaitu Peningkatan kinerja Common Gate dengan penerapan *Gate Automation*.

Pada penelitian ini, ada dua masalah yang akan diselesaikan yaitu:

1. Pengurangan durasi pelayanan per kontainer.
2. Analisis biaya manfaat/*benefit cost analysis*.

#### **Tahap Studi Literatur**

Studi literatur dilakukan dalam proses penelitian ini, yaitu studi tentang:

1. Dinamika sistem/*system dynamics*
2. Analisis biaya manfaat/*benefit cost analysis*.

#### **Tahap Pengumpulan Data**

Pada tahap pengumpulan data, ada dua metode yaitu primer dan sekunder.

Data primer adalah data yang dikumpulkan secara langsung oleh peneliti, yaitu:

Data dari Common Gate:

1. Data survey durasi pelayanan Common Gate saat ini.

Data sekunder adalah data yang dikumpulkan secara tidak langsung oleh peneliti, yaitu:

1. Data infrastruktur pendukung *Gate Automation* beserta harganya.
2. Data historis *throughput* JICT 2012-2016
3. Data historis *throughput* NPCT1 Mei 2016 – April 2017

### **Tahap Analisis**

Data yang telah terkumpul dianalisis, lalu didapat beberapa beberapa komponen yaitu:

1. Durasi pelayanan per kontainer dengan dinamika sistem pemodelan
2. Perbandingan dengan tingkat otomasi 0 atau manual berupa:
  - Selisih kontainer yang terlayani
  - Selisih jumlah personalia
3. Sensitivitas perbandingan biaya manfaat/*benefit cost ratio*.

### **Kesimpulan**

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah ilustrasi pengaruh *Gate Automation* terhadap produktivitas pada Common Gate beserta biaya manfaat, sehingga dapat digunakan sebagai saran kepada manajemen pelabuhan untuk penerapan *Gate Automation* pada Common Gate.

*Halaman ini sengaja dikosongkan*



## BAB IV

### GAMBARAN UMUM

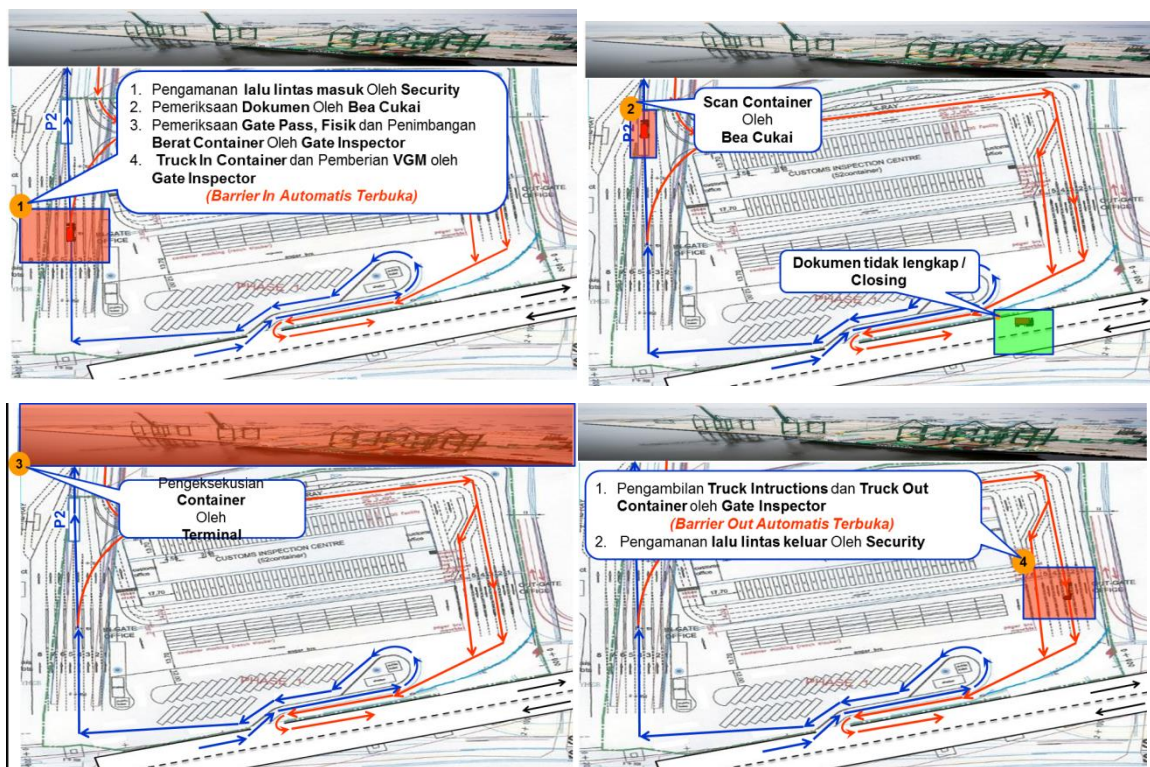
#### IV.1 Kondisi Common Gate pada Awal Penelitian (Februari 2017)

##### IV.1.1 Operasi

###### a. PROSEDUR

###### 1. Proses Penerimaan Kontainer/*Receiving*

Berikut adalah skema dari proses penerimaan kontainer/*receiving* beserta denah.



Gambar 4. 1 Skema penerimaan kontainer/*receiving* secara keseluruhan

Sumber: PT. IPC TPK, 2017

Tahap 1. Proses di *Gate In* Common Gate.

###### 1. Pengamanan lalu lintas masuk oleh petugas keamanan.

Sebelum proses inspeksi, petugas keamanan akan memeriksa apakah tujuan truk adalah ke NPCT1 atau ke terminal lain. Hal ini bertujuan

untuk menghindari keramaian di Common Gate karena truk yang salah tujuan.

2. Pemeriksaan dokumen oleh Bea Cukai.

Dokumen yang diperiksa Bea Cukai adalah Nota Pelayanan Ekspor (NPE) dan *gate pass*. Kegiatan pemeriksaan dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Supir truk turun dari truk, lalu mengantar NPE dan *gate pass* ke kantor Bea Cukai di Common Gate.
2. Petugas Bea Cukai menerima dokumen yaitu NPE dan *gate pass*. Petugas memeriksa nomor pengajuan ekspor pada NPE dan memvalidasi nomor truk di *gate pass* dan kondisi real melalui CCTV.
  - a. Jika dokumen sesuai, maka truk boleh masuk.
  - b. Jika dokumen tidak sesuai, maka truk harus menuju ke *post gate* atau menepi agar bisa melakukan proses lebih lanjut dengan Bea Cukai.
3. Pemeriksaan *gate pass*, fisik dan penimbangan berat kontainer oleh *Gate Inspector*.

Pemeriksaan fisik terdiri dari kerusakan kontainer dan ukuran kontainer. Penimbangan berat kontainer melalui jembatan timbang/*weighbridge* sudah secara otomatis masuk ke sistem tetapi masih merupakan berat kotor yaitu beserta berat truk. *Gate Inspector* bertugas untuk memeriksa sumbu truk/*axle* sehingga didapat berat bersihnya.
4. *Truck in* kontainer dan pemberian VGM oleh *Gate Inspector*.

Tahap 2. Proses setelah di *Gate In* Common Gate, sebelum di terminal

1a. *Scan* kontainer oleh Bea Cukai.

Jika dokumen lengkap dan masih *opening time (open stack)* untuk penumpukan kontainer, maka truk boleh masuk ke terminal setelah melakukan *scan* oleh Bea Cukai.

Kondisi terkini (Februari 2017): Perangkat *scan* dengan *gamma ray* sedang rusak, sehingga tidak bisa melakukan proses *scan*.

1b. Truk keluar melalui *Gate Out* Common Gate.

Jika dokumen tidak lengkap atau sudah *closing time* untuk penumpukan kontainer, maka truk tidak boleh masuk ke terminal dan harus keluar melalui *Gate Out*.

#### Tahap 3. Proses di Terminal

1. Pengeksekusian kontainer oleh terminal

Kontainer yang sudah masuk ke terminal akan dieksekusi oleh terminal yaitu NPCT1.

#### Tahap 4. Proses di *Gate Out* Common Gate

1. Pengambilan *truck instruction* dan *truck out* kontainer oleh *Gate Inspector*.

*Truck instruction* didapat saat truk meletakkan kontainer ke lapangan penumpukan.

2. Pengamanan lalu lintas keluar oleh petugas keamanan.

Berikut adalah alur dari proses penerimaan kontainer/*receiving* beserta dokumentasi dari survei lapangan.

## ALUR PROSES RECEIVING

### GATE IN

#### 1. Security In

Melakukan pengamanan lalu lintas kendaraan masuk



#### 2. Custom

Melakukan Pemeriksaan Dokumen Container



#### 3. Gate In Inspection

Melakukan Pemeriksaan Gate Pass, Fisik, Seal, Penimbangan Container, Truck In dan Pemberian VGM



#### 7. Security Out

Melakukan pengamanan lalu lintas kendaraan keluar



#### 6. Gate Out Inspection

Melakukan Pengambilan Truck Instructions dan Truck Out



#### 5. Terminal

Pengeksekusian Container



#### 4. Custom Scan

Melakukan Peng-Scan-nan Container

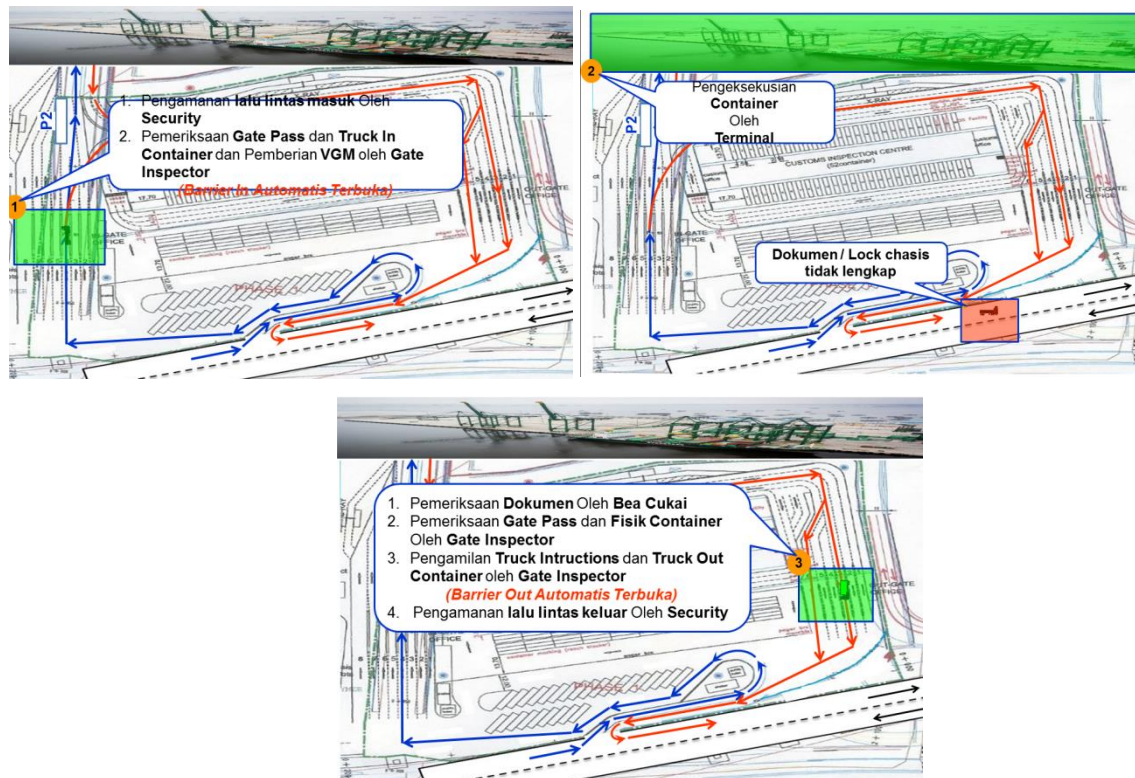


### GATE OUT

Gambar 4. 2 Alur Proses *Receiving*

Sumber: PT. IPC TPK, 2017

## 2. Proses Pengambilan Kontainer/*Delivery*



Gambar 4. 3 Alur Proses *Delivery*

Sumber: PT. IPC TPK, 2017

### Tahap 1. Proses di *Gate In* Common Gate.

1. Pengamanan lalu lintas masuk oleh petugas keamanan.
2. Pemeriksaan *gate pass*, *truck in* kontainer dan pemberian VGM oleh *Gate Inspector*.

### Tahap 2. Proses setelah di *Gate In* Common Gate, sebelum di *Gate Out* Common Gate.

- 1a. Pengeksekusian kontainer oleh terminal.
- 1b. Dokumen/*lock chassis* tidak lengkap.

### Tahap 3. Proses di *Gate Out* Common Gate

1. Pemeriksaan dokumen oleh Bea Cukai
2. Pemeriksaan *gate pass* dan fisik kontainer oleh *Gate Inspector*
3. Pengambilan *truck instructions* dan *truck out* kontainer oleh *Gate Inspector*.
4. Pengamanan lalu lintas keluar oleh petugas keamanan.



Berikut adalah alur dari proses pengambilan kontainer/*delivery* beserta dokumentasi dari survei lapangan.

## ALUR PROSES DELIVERY

### GATE IN

#### 1. Security In

Melakukan pengamanan lalu lintas kendaraan masuk



#### 2. Gate In Inspection

Melakukan Pemeriksaan Gate Pass, Truck In dan Pemberian VGM



#### 3. Terminal

Pengeksekusian Container



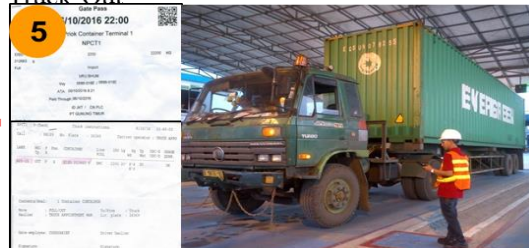
#### 6. Security Out

Melakukan pengamanan lalu lintas kendaraan keluar



#### 5. Gate Out Inspection

Melakukan Pemeriksaan Gate Pass, Fisik, Seal Container Pengambilan Truck Instructions dan Truck Out



#### 4. Custom

Melakukan Pemeriksaan Dokumen Container



### GATE OUT

Gambar 4. 4Alur Proses Delivery

Sumber: PT. IPC TPK, 2017

## **b. COMMON GATE SYSTEM (CGS)**

### **a. Tampilan *input di handheld***

#### **1. Proses Penerimaan Kontainer/*Receiving***

The figure displays five screenshots of the Common Gate System (CGS) handheld interface, illustrating the container receiving process. The first screenshot shows the main menu with 'Gate' and 'Behandle' options. The second screenshot shows the 'Inspection Receiving' screen with a search bar and a 'Search' button. The third screenshot shows a red 'Inspected!' confirmation message. The fourth screenshot shows a detailed form for 'Inspection Receiving' with fields for Lane No, Gate, No. Container, Iso Code, Size / Type, Seal Number, Dangerous Good, Truck ID, Nomor Polisi, Axle, and Damage. The fifth screenshot shows a green 'Success!' confirmation message.

Gambar 4. 5Tampilan inspeksi *Receiving* (5 gambar di atas), tampilan *truck in/out Receiving* (5 gambar di bawah)

*Gate Inspector* pertama-tama melakukan inspeksi di *Gate In* Common Gate, lalu meng-*input* no. kontainer, lajur *Gate In*, letak kontainer pada truk, no. *seal*, klasifikasi benda berbahaya, jumlah sumbu truk, dan kerusakan. Untuk fungsi *truck in*, hanya dikonfirmasi saja (*save*).

## 2. Proses Pengambilan Kontainer/Delivery

Berikut adalah tampilan sistem di *handheld* yang di-input *Gate Inspector* di *Gate In* Common Gate untuk pengambilan kontainer.

The figure consists of five screenshots of the 'Common Gate System' handheld application interface, arranged in two rows. The top row shows the 'Inspection Delivery' process, and the bottom row shows the 'Truck In/Out' process.

**Top Row: Inspection Delivery**

- Screen 1:** Shows the 'Inspection Delivery' screen with a 'No. Container' field containing '6396' and a 'Search' button.
- Screen 2:** Shows the 'Inspection Delivery' screen with a dropdown menu displaying '> EMCU9716396'.
- Screen 3:** Shows the 'Inspection Delivery' screen with a form containing the following data:
  - Lane No: Gate 07
  - No. Container: EMCU9716396
  - Iso Code: 4500
  - Size / Type: 40.0 - HQ - FULL
  - Seal Number: Yes (selected)
  - Truck ID: 10006408
  - Axle \* (wajib diisi): 44: 40/4Axle
  - Damage: GENERAL - DENTED ON SEVERAL PLACES
- Screen 4:** Shows a 'Success!' message: 'Data Inspection Berhasil Disimpan'.

**Bottom Row: Truck In/Out**

- Screen 5:** Shows a menu with options: '> Inspection Receiving', '> Inspection Delivery', '> Truck In/Out', and '> Barrier Gate'. The '> Truck In/Out' option is highlighted.
- Screen 6:** Shows the 'Truck In/Out' screen with a dropdown menu displaying '> EMCU9716396 (I)'.
- Screen 7:** Shows the 'Truck In/Out' screen with a form containing the following data:
  - Weight: (empty)
  - No Container: EMCU9716396
  - Iso Code: 4500
  - Status: FULL
  - Gate Lane: Gate 04
  - Activity: DELIVERY IN
  - Truck ID: 10006408
  - Gross Weight: 0
  - Chassis Weight: 0
  - Net Weight: 0
- Screen 8:** Shows a 'Success!' message: 'Gate DELIVERY IN Complete'.

Gambar 4. 6 Tampilan inspeksi (4 gambar di atas), tampilan *Truck In Delivery* (5 gambar di bawah)

Pada saat proses pengambilan kontainer/delivery, truk datang tanpa membawa kontainer dan masuk ke *Gate In* Common Gate. *Gate Inspector* meng-input no. lajur *Gate In*, lokasi kontainer pada truk, no. *seal*, jumlah sumbu/*axle*. Untuk fungsi *truck in*, hanya mengkonfirmasi no. lajur dan tidak ada penimbangan berat karena truk tidak membawa kontainer.



Berikut adalah tampilan sistem di *handheld* yang di-input *Gate Inspector* di *Gate Out* Common Gate untuk pengambilan kontainer.

The image displays five sequential screenshots of the 'GG Common Gate System' handheld application interface, illustrating the 'Truck Out Delivery' process. Each screen features a teal header with the system name and a navigation bar with 'Home', 'Gate', and 'Logout' options.

- Screen 1:** Shows the 'Truck In/Out' screen. The 'No. Container' field contains '6396'. The 'In / Out' dropdown is set to 'OUT'. A 'Search' button is at the bottom.
- Screen 2:** Similar to Screen 1, but the 'No. Container' field now contains '6396' and the 'In / Out' dropdown is still 'OUT'. A 'Search' button is at the bottom.
- Screen 3:** Shows the 'Truck In/Out' screen with the 'No. Container' field containing 'EMCU9716396 (I)'. A 'Search' button is at the bottom.
- Screen 4:** Shows the 'Truck In/Out' screen with a 'Save' button at the top right. The 'No. Container' field contains 'EMCU9716396'. The 'Iso Code' field contains '4500'. The 'Status' field contains 'FULL'. The 'Activity' field contains 'DELIVERY OUT'. The 'Gross Weight' field contains '0'. The 'Chassis Weight' field contains '0'. The 'Net Weight' field contains '0'. A 'Search' button is at the bottom.
- Screen 5:** Shows a 'Success!' message in a green box: 'Gate DELIVERY OUT Complete'. Below the message, the 'No. Container' field contains 'EMCU9716396'. The 'In / Out' dropdown is set to 'OUT'. A 'Search' button is at the bottom.

Gambar 4. 7 Tampilan Truck Out Delivery

Di *Gate Out* Common Gate, truk baru membawa kontainer. *Gate Inspector* meng-input no. kontainer dan no. lajur *Gate Out* Common Gate. *Gate Inspector* tidak melakukan proses penimbangan karena proses tersebut sudah dilakukan di pelabuhan sebelumnya.

b. Tampilan *database*

Berikut adalah tampilan *database* yang telah di-*input* dari *handheld* serta pertukaran data elektronik dari terminal NPCT1.

Report Weight Bridge

Report Type :

Date :

Detail Container

Show  entries

Container	Class	Vessel	Voyage In	Voyage Out	No Pol	Gate In (Common Gate)	Weight	Gate In Lane	Truck In Terminal	Truck Out Terminal	Gate Out (Common Gate)	Gate Out Lane	TRT Gate In/Out
BEAU2188897	I	9V873	050N		LIC0910	01-02-2017 00:08:41	0	GATE01		01-02-2017 00:00:18	01-02-2017 00:11:11	GATE07	0:4:30
BEAU2188897	I	9V873		048N	LIC0910	01-02-2017 00:08:41	0	GATE01		01-02-2017 00:00:18	01-02-2017 00:11:11	GATE07	0:4:30
BHCU4974033	I	9V873		048N	LIC0910	01-02-2017 01:59:23	8450	GATE04	01-02-2017 02:05:09	01-02-2017 02:18:27	01-02-2017 02:25:48	GATE07	0:28:24
BHCU4974033	I	9V873	050N		LIC0910	01-02-2017 01:59:23	8450	GATE04	01-02-2017 02:05:09	01-02-2017 02:18:27	01-02-2017 02:25:48	GATE07	0:28:24
BLZU2104878	I	9V873	050N			01-02-2017 09:29:39	0	GATE02	01-02-2017 09:38:52	01-02-2017 10:16:18			

Gambar 4. 8 Tampilan *database* Common Gate

Sumber: PT. IPC TPK, 2017

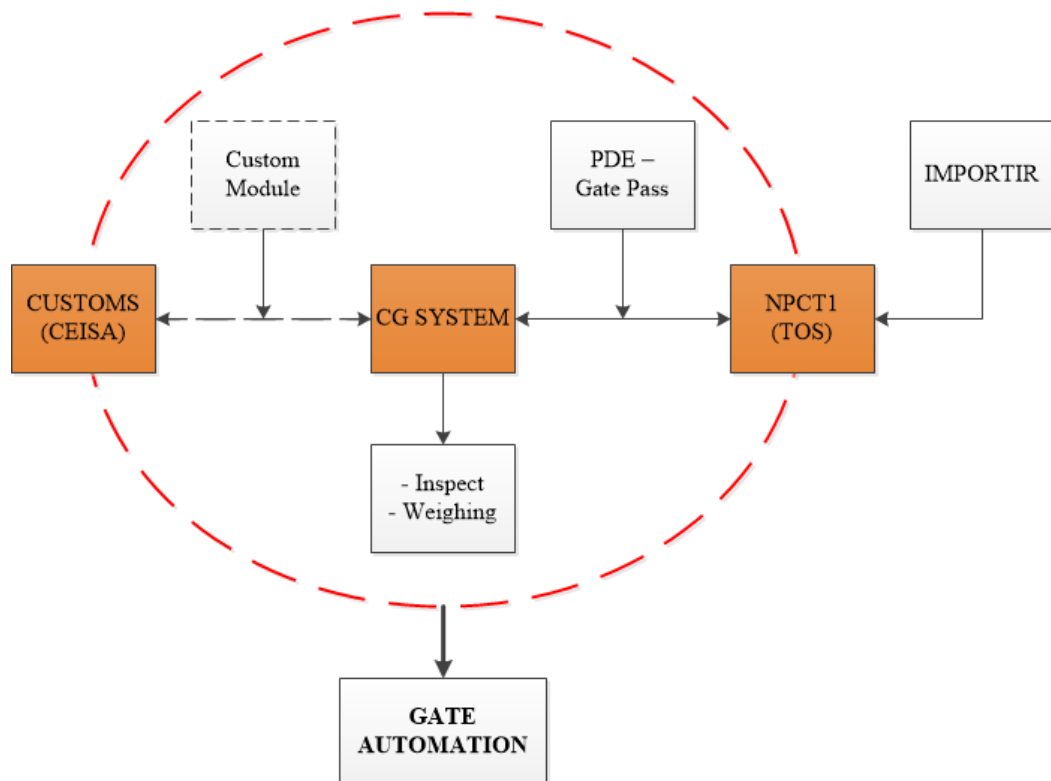
Data yang dikumpulkan adalah no. kontainer, *class* (ekspor: E; impor: I), no. kapal, no. *voyage*, waktu masuk ke *Gate In* Common Gate, berat, lajur *Gate In*, waktu masuk terminal, waktu keluar terminal, waktu keluar ke *Gate Out* Common Gate, lajur *Gate Out*, serta waktu *turn round time* truk.

#### IV.1.2 Teknologi

##### a. **PERTUKARAN DATA ELEKTRONIK**

Pertukaran data elektronik dilakukan oleh 3 entitas utama, yaitu Bea Cukai, Common Gate, dan Terminal. Setiap entitas memiliki sistem yang berbeda. Bea Cukai memiliki sistem bernama CEISA, Common Gate memiliki sistem bernama *Common Gate System* (CGS), dan NPCT1 memiliki sistem *Terminal Operating System* (TOS) bernama COSMOS.

Berikut adalah skema arsitektur sistem pertukaran data yang terkait dengan sistem pada Common Gate. Pada gambar di bawah, garis putus-putus berarti belum terealisasi.



Gambar 4. 9 Arsitektur Sistem Pertukaran Data

Sistem Common Gate bertanggungjawab atas segala kegiatan inspeksi dan penimbangan kontainer. Common Gate memerlukan data terkait *gate pass* dari sistem NPCT1. *Gate pass* didapatkan setelah pengirim barang membayar pelayanan kontainer ke Billing di terminal NPCT1. Sistem terminal mengirimkan data *gate pass* ke sistem Common Gate, sehingga truk yang membawa *gate pass* yang sesuai

bisa masuk. Pertukaran data antara Common Gate dan terminal akan dibahas lebih lanjut setelah sub-bab ini.

Saat ini (Februari 2017), Bea Cukai masih melakukan pemeriksaan terpisah dengan Common Gate untuk *gate pass* karena masih belum ada penghubung antara sistem Bea Cukai dan Common Gate. Maka itu, PT. IPC Terminal Petikemas berencana membuat *Custom Module* yang berfungsi sebagai perantara sistem Bea Cukai dan Common Gate sehingga tidak ada pemeriksaan berganda, contoh: *gate pass*. Dengan adanya *Custom Module*, maka akan mendukung realisasi *Gate Automation* karena seluruh entitas sudah terhubung secara pertukaran data.

**Pertukaran data antara sistem Terminal/*Terminal Operationg System* (TOS) dan sistem Common Gate/Common Gate System (CGS).**

Sistem TOS harus menyediakan sistem Common Gate *Informasi*, sehingga Common Gate dapat:

- Memvalidasi kunjungan truk (*gate pass*)
- Menentukan terminal yang dituju oleh truk

Saat ini, terminal yang ada hanya NPCT1. Saat ini, sedang dilaksanakan proses pembangunan NPCT2. Untuk kedepannya, akan ada beberapa terminal lainnya yaitu NPCT3, NPCT4, dan seterusnya.

- Mengetahui pergerakan kedatangan truk.

Common Gate akan mendapat informasi jika truk sudah tiba di terminal, maupun keluar dari terminal.

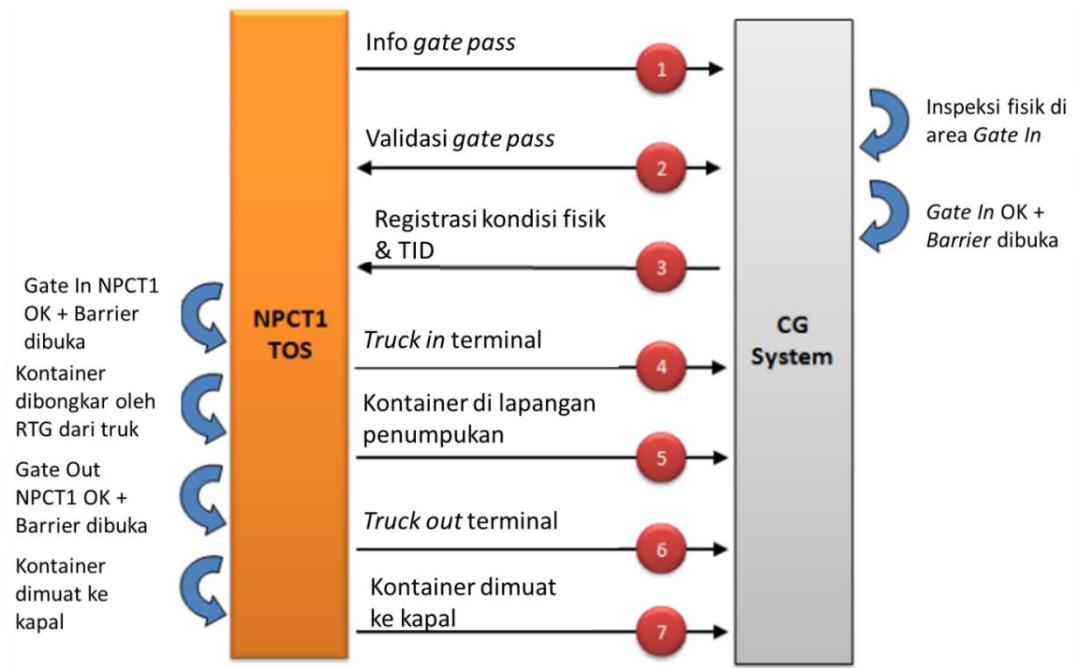
Sistem Common Gate harus memberikan sistem TOS informasi, sehingga TOS dapat:

- Memeriksa dokumen beserta kondisi fisik saat tiba di *Gate Terminal*.

**a. Ekspor**

Berikut adalah skema pertukaran data ekspor oleh NPCT1 TOS dan sistem Common Gate/CGS. Panah berwarna hitam berarti pertukaran data elektronik antar entitas, sedangkan panah biru berarti kegiatan yang dilakukan di masing-masing entitas.

## EKSPOR



Gambar 4. 10 Skema pertukaran data ekspor antara NPCT1 TOS dan CGS

Urutan pertukaran data elektronik ekspor antara NPCT1 TOS dan CGS adalah sebagai berikut.

1. Info *gate pass* dari NPCT1 TOS ke CGS

Setelah pengirim barang membayar pelayanan kontainer, maka akan didapat *gate pass*. *Gate pass* yang siap diberikan kepada supir truk, dikirimkan dahulu data elektroniknya ke CGS.

2. Validasi *gate pass* dari CGS ke NPCT1 TOS

Supir truk datang ke Common Gate. Inspeksi dilakukan di area *Gate In*.

Pada tahap ini, informasi *gate pass* yang telah didapat dari NPCT1 TOS disesuaikan dengan *gate pass* yang dibawa oleh supir truk. Jika sesuai, maka *barrier* akan dibuka.

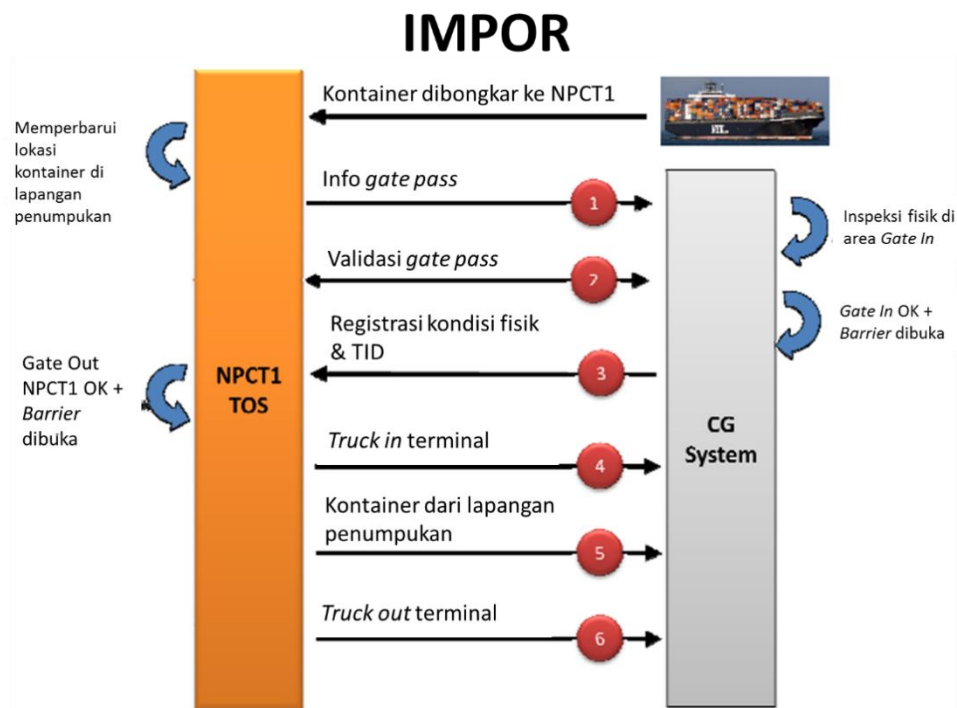
3. Registrasi kondisi fisik dan TID dari CGS ke NPCT1 TOS

Kondisi fisik truk dan kontainer diperiksa di Common Gate, lalu informasi tersebut diberikan dari CGS ke NPCT1 TOS. Fungsinya adalah sebagai bukti jika dilakukan pelacakan kerusakan kontainer, apakah selama di perjalanan menuju Common Gate, perjalanan dari Common Gate menuju terminal dan sebaliknya, atau saat keluar dari Common Gate.

4. *Truck in* terminal dari NPCT1 TOS ke CGS  
Di *Gate In* terminal, sudah tidak ada inspeksi fisik lagi. Jika *gate pass* sesuai, maka *barrier* dibuka.
5. Kontainer di lapangan penumpukan dari NPCT1 TOS ke CGS.  
Kontainer dibongkar oleh RTG dari truk dan diletakkan ke lapangan penumpukan.
6. *Truck out* terminal dari NPCT1 TOS ke CGS
7. Kontainer dimuat ke kapal dari NPCT1 TOS ke CGS

### b. Impor

Berikut adalah skema pertukaran data impor oleh NPCT1 TOS dan sistem Common Gate/CGS. Panah berwarna hitam berarti pertukaran data elektronik antar entitas, sedangkan panah biru berarti kegiatan yang dilakukan di masing-masing entitas.



Gambar 4. 11 Skema pertukaran data impor antara NPCT1 TOS dan CGS

Urutan pertukaran data elektronik ekspor antara NPCT1 TOS dan CGS adalah sebagai berikut.

1. Kontainer dibongkar ke NPCT1

Kontainer dibongkar dari kapal ke NPCT1. Saat kontainer sudah berada di lapangan penumpukan, maka pemilik barang bisa membayar pelayanan kontainer dan mendapat *gate pass*.

2. Info *gate pass* dari NPCT1 TOS ke CGS

Setelah pengirim barang membayar pelayanan kontainer, maka akan didapat *gate pass*. *Gate pass* yang siap diberikan kepada supir truk, dikirimkan dahulu data elektroniknya ke CGS.

3. Validasi *gate pass* dari CGS ke NPCT1 TOS

Supir truk datang ke Common Gate. Inspeksi dilakukan di area *Gate In*.

Pada tahap ini, informasi *gate pass* yang telah didapat dari NPCT1 TOS disesuaikan dengan *gate pass* yang dibawa oleh supir truk. Jika sesuai, maka *barrier* akan dibuka.

4. Registrasi kondisi fisik dari CGS ke NPCT1 TOS

Kondisi fisik truk dan kontainer diperiksa di Common Gate, lalu informasi tersebut diberikan dari CGS ke NPCT1 TOS. Karena truk yang masuk adalah truk kosong (tidak membawa kontainer), maka pengecekan fisik hanya untuk truk saja.


5. *Truck in* terminal dari NPCT1 TOS ke CGS

Di *Gate In* terminal, sudah tidak ada inspeksi fisik lagi. Jika *gate pass* sesuai, maka *barrier* dibuka.

6. Kontainer dari lapangan penumpukan dari NPCT1 TOS ke CGS


7. *Truck out* terminal dari NPCT1 TOS ke CGS

Berikut adalah lampiran *gate pass*.

Gate Pass		
New Priok Container Terminal 1 NPCT1		
GESU 3230830 EMPTY	2200	35000 KG
EXPORT		
STADT MARBURG Voy 008N / 008S		
ETD: 20/10/2014 12:00		
IDJKT / CNSHA		
ASIANAGRO AGUNGJAYA PT		
IMO Code:	IMO 9.1	
BC Document:	NPE / 634764	

Gambar 4. 12 *Gate pass* ekspor

Sumber: PT. IPC TPK, 2017

Gate Pass		
New Priok Container Terminal 1 NPCT1		
GESU 3230830 FULL	2200	35000 KG
IMPORT		
STADT MARBURG Voy 008N / 008S		
ATA: 20/10/2014 12:00		
Paid Through: 27/10/2014 09:00		
CNSHA / IDJKT		
ASIANAGRO AGUNGJAYA PT		
IMO Code:	IMO 9.1	
BC Document:	SPPB / 418470	

Gambar 4. 13 *Gate pass* impor

Sumber: PT. IPC TPK, 2017

Komponen yang ada pada *gate pass* adalah *prefix* kontainer, nomor kontainer, status, kerusakan kontainer, nomor polisi truk, kode ISO, klas, nama kapal, pelayaran masuk dan keluar, waktu keberangkatan dan waktu tiba, pelabuhan muat dan bongkar, pengirim/importir, kode IMO, kode Bea Cukai, dan berat kotor.



#### **b. INFRASTRUKTUR**

Berikut adalah infrastruktur yang saat ini ada di Common Gate.

1. Jembatan timbang/*weighbridge*

*Gate In* Common Gate memiliki 8 lajur. Tetapi, saat ini (Februari 2017), jembatan timbang yang beroperasi hanya 3 lajur saja. Hal ini dikarenakan 3 lajur lainnya belum disertifikasi oleh otoritas pelabuhan (OP) dan 1 lajur belum siap karena masih proses instalasi jembatan timbang, sedangkan 1 lajur lagi belum bisa digunakan karena posisinya yang terlalu rapat dengan tembok sehingga harus ada pembebasan lahan. Otoritas pelabuhan akan melakukan sertifikasi jika seluruh lajur sudah siap. Maka dari itu, saat ini lajur-lajur yang belum bersertifikasi hanya menerima truk kosong atau yang tidak mengangkut kontainer saja.

2. Kamera (CCTV)

CCTV berfungsi sebagai alat pemantau dari kantor, baik untuk sehari-hari maupun jika ada kendala.

3. *Handheld* untuk inspeksi fisik

*Handheld* digunakan oleh *Gate Inspector* untuk meng-input segala informasi terkait inspeksi di lapangan ke sistem CGS.

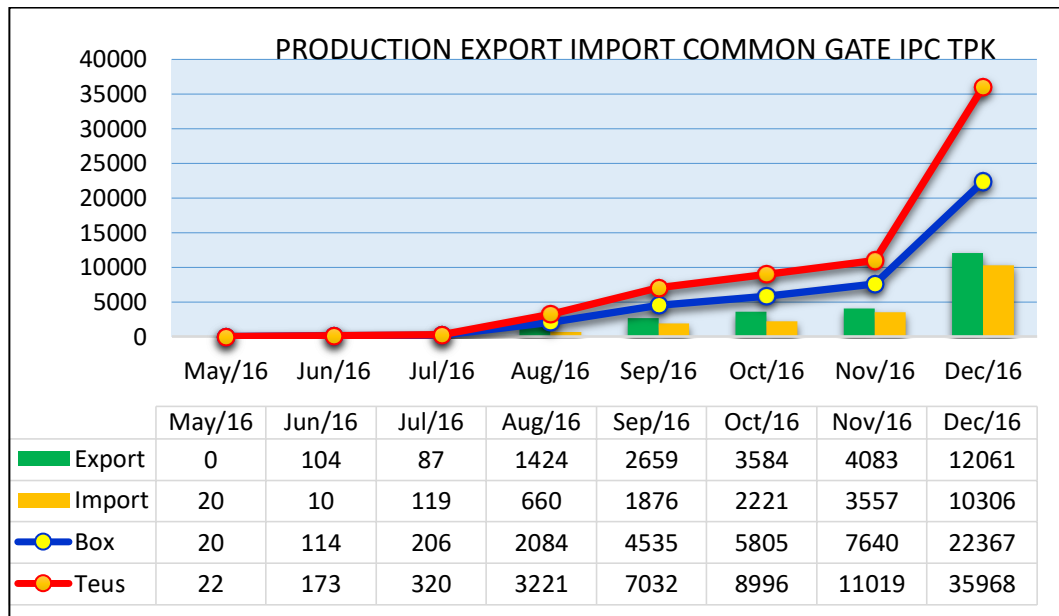
4. *Barrier*

*Barrier* digunakan untuk menahan truk agar tidak melewati *Gate In* Common Gate setelah menyelesaikan proses inspeksi.

#### **IV.1.3 Traffic**

##### **a. TRAFFIC 2016-2017**

Berikut adalah produksi ekspor impor Common Gate berdasarkan Ekspor/Impor (dalam satuan box), jumlah box, dan jumlah TEUs untuk tahun 2016.

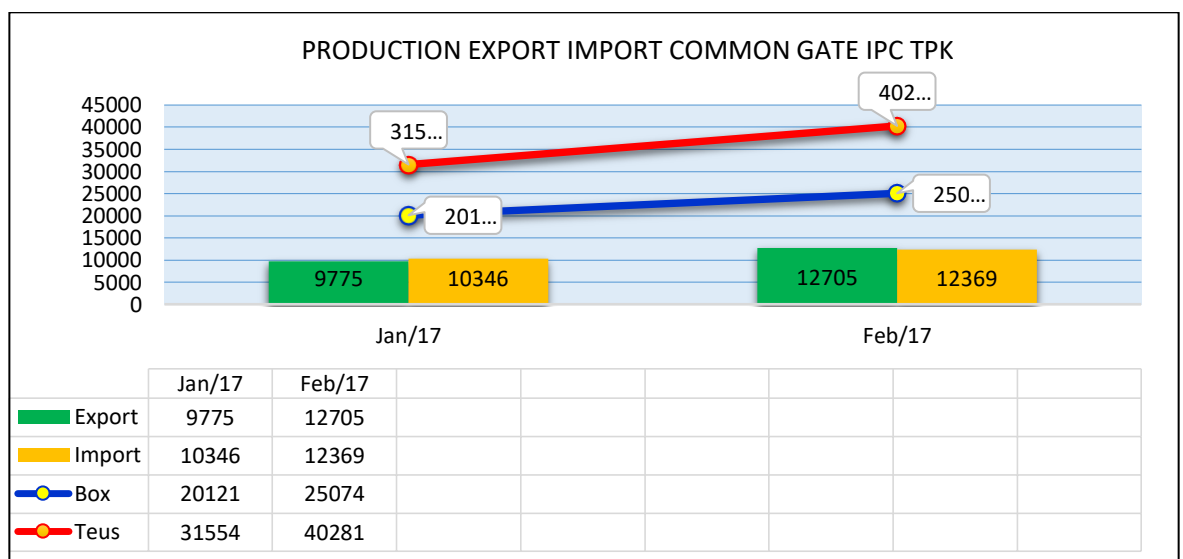


Gambar 4. 14 Produksi Common Gate 2016

Sumber: PT. IPC TPK, 2017

Common Gate didirikan pada tahun 2016 dan mulai efektif dioperasikan pada bulan Mei 2016. Dapat dilihat di tabel bahwa terdapat peningkatan secara signifikan terhadap produksi baik ekspor maupun impor hingga akhir tahun.

Berikut adalah produksi ekspor impor Common Gate untuk tahun 2017 hingga bulan Februari 2017.



Gambar 4. 15 Produksi Common Gate 2017

Sumber: PT. IPC TPK, 2017

Common Gate dan terminal NPCT1 tidak secara langsung berada dibawah manajemen yang sama. Sehingga untuk produksi untuk tahun 2017, Common Gate akan menerima jumlah prakiraan *throughput* sebesar 700.000 box.

**b. SURVEY WAKTU PELAYANAN**

Ada beberapa kegiatan yang dilakukan di *Gate In* Common Gate. Berikut adalah rincian kegiatan yang dilakukan.

1. Inspeksi

Inspeksi yang dilakukan adalah inspeksi fisik, yaitu fisik truk dan fisik kontainer. Untuk kondisi fisik truk, *Gate Inspector* memvalidasi nomor polisi truk. Sedangkan untuk kondisi fisik kontainer, *Gate Inspector* memeriksa lokasi kerusakan pada kontainer serta mendeteksi jumlah *axle* untuk kemudian digunakan untuk mencari berat bersih dari berat kotor yang tertera saat truk berada di *weighbridge*.

2. Fiat BC

Fiat Bea Cukai adalah kegiatan yang dilakukan antara supir truk dengan petugas Bea Cukai. Meskipun tidak secara langsung berhubungan dengan pihak Common Gate, tetapi durasi fiat Bea Cukai berpengaruh terhadap durasi pelayanan Common Gate. Pada kegiatan fiat Bea Cukai, supir truk turun dan menuju ke kantor Bea Cukai untuk diperiksa Nota Pelayanan Eskpor (NPE), *gate pass*, beserta kondisi nyata di lapangan. Salah satu alasan mengapa kegiatan ini relatif lebih lama adalah jika terjadi perbedaan antara dokumen dengan kondisi di lapangan, dan juga karena supir truk harus turun dan pergi ke kantor Common Gate untuk menyerahkan dokumen tersebut ke Bea Cukai. Bea Cukai melakukan verifikasi terhadap dokumen tersebut. Lalu supir kembali ke truk.

3. Catat Manual

Kegiatan catat manual berisi informasi yaitu nomor kontainer, status kontainer: *Full/empty*, ukuran kontainer: 20/40/45, dan *ISO code*.

Kegiatan catat manual ini berlangsung hingga Februari 2017, tetapi sudah tidak dilakukan lagi pada Maret 2017. Hal ini dikarenakan sistem Common

Gate yang sudah diperbarui untuk informasi diatas, sehingga *Gate Inspector* bisa meng-*input* langsung dari *handheld*.

#### 4. VGM Manual

*Verified Gross Mass* (VGM) merupakan berat kontainer. Common Gate bertanggung jawab untuk segala urusan penimbangan serta inspeksi. Berat kotor sudah ditimbang secara otomatis melewati jembatan timbang/*weighbridge*, tetapi untuk mendapatkan berat bersih maka berat kotor harus dikurangi dengan berat truk tanpa kontainer. Berat truk dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan jumlah sumbunya/*axle*. Jumlah sumbu ini yang di-*input* ke sistem.

#### 5. Truck In

Truck In merupakan kegiatan memverifikasi apa yang sudah di-*input* di proses inspeksi, lalu menyimpannya sebagai akhir dari proses Truck In. Jika seluruh kegiatan inspeksi telah dilakukan, maka truk boleh melewati Common Gate dan *barrier* dibuka.

Survei dilakukan untuk mengetahui durasi waktu pelayanan di Common Gate. Berikut adalah rata-rata durasi pelayanan pada bulan Februari 2017.

Tabel 4. 1 Durasi pelayanan rata-rata ekspor di Common Gate

EXPORT						
<i>Gate In</i>	Waktu (s)	Total Sopir Tidak Turun	Total Sopir Turun	Total Tanpa Fiat	<i>Gate Out</i>	Waktu (s)
Inspeksi	1:24	7:29	4:50	2:38	Truck Out	0:10
Fiat BC	4:50					
Catat Manual	0:39					
VGM Manual	0:24					
Truck In	0:10					

Sumber: PT. IPC TPK, 2017

Tabel 4. 2 Durasi pelayanan rata-rata impor di Common Gate

IMPORT							
<i>Gate In</i>	Waktu (s)	Total	<i>Gate Out</i>	waktu (s)	Total Sopir Tidak Turun	Total Sopir Turun	Total Tanpa Fiat
Truck In	0:21	0:38	Inspeksi	1:00	3:02	1:51	1:11
Catat Manual	0:17		fiat BC	1:51			
			Truck Out	0:10			

Sumber: PT. IPC TPK, 2017

Dari tabel di atas dapat dilihat bahwa komponen yang paling lama durasinya adalah fiat Bea Cukai.

c. SDM

Berikut adalah perhitungan SDM yang diterapkan di Common Gate.

Tabel 4. 3 Perhitungan SDM di Common Gate

Rencana Produksi Januari 2017	Persentase Produksi		Produksi Per Hari (31 Hari)	Persentase Shift				Kemampuan Line			Kebutuhan Line	Pembulatan
						Per Shift	Per Jam	Kecepatan / menit	Box /Jam			
25171	Export	15103	487	Shift I	Export	144	21	Export In	4.5	13	1.5	2 Line
	29.6%			Import	Export Out			0.3	200	0.1	1 Line	
					Import In	0.4	150	0.1	1 Line			
	Import Out			1.6	38	0.4	1 Line					
	Shift II	Export	157	22	Export In	4.5	13	1.7	2 Line			
	Export Out	0.3			200	0.1	1 Line					
	Import	10068	325	32.2%	Import	Import In	0.4	150	0.1	1 Line		
						Import Out	1.6	38	0.4	1 Line		
				Shift III	Export	186	27	Export In	4.5	13	2.0	2 Line
								Export Out	0.3	200	0.1	1 Line
	40%			38.2%	Import	124	18	Import In	0.4	150	0.1	1 Line
								Import Out	1.6	38	0.5	1 Line

Sumber: PT. IPC TPK, 2017

Rencana produksi Januari 2017 didapat dari hasil peramalan dari data historis yang diberikan oleh terminal NPCT1. Persentase produksi ekspor impor dan persentase *shift* I, II dan III didapat dari data historis dan data perencanaan kedatangan truk berdasarkan *berthing window* dari jam kedatangan kapal.

Pada perhitungan diatas, untuk menangani 25.171 box pada Januari 2017, satu *shift* membutuhkan 10 personil dengan rincian sebagai berikut.

- 3 *Gate Inspector* di *Gate In* (2 ekspor dan 1 impor)
- 2 *Gate Inspector* di *Gate Out* (1 ekspor, 1 impor)
- 1 koordinator (*planner*)
- 2 petugas *behandle* (1 *pick up*, *Gate In behandle*, *delivery behandle*; 1 *marshalling*, pemeriksaan)
- 2 petugas *request behandle* (1 *request behandle*, cetak *gate pass behandle*; 1 *request nota pembayaran*, cetak nota, cetak SP2 eks *behandle*).

## **BAB V**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **V.1 Rencana *Gate Automation***

##### **V.1.1 Dampak jika Tren Dilanjutkan**

Berikut adalah rincian tren yang ada saat awal penelitian (Februari 2017) beserta dampaknya.

1. Waktu pelayanan rata-rata 8 menit (*Gate In* ekspor) jika supir tidak turun dan 4 menit (*Gate In* ekspor) jika supir turun untuk melakukan fiat Bea Cukai.
  - Jika menggunakan waktu pelayanan rata-rata 8 menit dan dengan batasan 8 lajur Common Gate, hanya bisa melayani 840.613 kontainer. Maka, jika tren dilanjutkan, tidak bisa secara maksimal menangani peramalan *throughput* pada tahun 2020 yaitu sebesar 954.918 kontainer.
  - Jika menggunakan waktu pelayanan rata-rata 4 menit dan dengan batasan 8 lajur Common Gate, bisa melayani 1.313.876 kontainer.

Namun, Common Gate tidak hanya melayani terminal NPCT1 tetapi juga direncanakan untuk melayani terminal NPCT2, NPCT3, dan selanjutnya. Maka itu, dibutuhkan peningkatan kinerja dengan cara penurunan durasi pelayanan Common Gate untuk meningkatkan produktivitas per lajur. Tetapi, pada penelitian ini hanya difokuskan untuk melayani terminal NPCT1 saja.

2. Adanya kegiatan catat manual, karena sistem saat awal penelitian (Februari 2017) masih semi-otomatis.
  - Tidak ada bukti otentik untuk pemeriksaan di Common Gate.
  - Resiko kesalahan *input* oleh *Gate Inspector*.
3. Tidak adanya penghubung antara sistem Common Gate dan sistem Bea Cukai.

- Supir truk harus turun dan menuju ke kantor Bea Cukai, sehingga Common Gate tidak ‘steril’.
  - Proses fiat Bea Cukai adalah petugas Bea Cukai memvalidasi data dari Nota Pelayanan Ekspor (NPE) atau SPPB, *gate pass* dan kondisi nyata di lapangan. Jika sesuai, maka dokumen tersebut akan diberi stempel. Kegiatan ini bisa dipersingkat dengan cara adanya penghubung dari sistem Common Gate dan sistem Bea Cukai terkait dokumen tersebut.
4. Truk yang tidak membawa kertas *gate pass* tidak bisa masuk ke Common Gate.
- *Gate pass* digunakan sebagai bukti pembayaran pelayanan di terminal, dan digunakan oleh supir truk untuk masuk ke area Common Gate. Jika supir tidak membawa kertas *gate pass* (secara fisik), maka supir truk tidak bisa masuk ke terminal dan mengakibatkan kerugian bagi pemilik barang. Dengan adanya *Gate Automation*, data elektronik *gate pass* sudah dimiliki secara elektronik sehingga supir truk tidak harus membawa kertas *gate pass* (secara fisik).

#### V.1.2 Alasan Penggunaan *Gate Automation*

*Gate Automation* dapat mempersingkat waktu pelayanan Common Gate, sehingga menaikkan kinerja Common Gate. Sehingga, dapat melayani lebih banyak truk dibanding kondisi saat awal penelitian (Februari 2017) yaitu semi-otomatis.

*Gate Automation* didukung dengan OCR dan LiDAR yang bisa memberi bukti otentik terkait kegiatan di Common Gate, sehingga dapat meminimalisir kesalahan yang bisa terjadi jika masih menggunakan proses manual.

#### V.1.3 Kebutuhan pengguna/*user needs* terkait *Gate Automation*

Berikut adalah kebutuhan pengguna *Gate Automation*, yaitu pihak Common Gate.

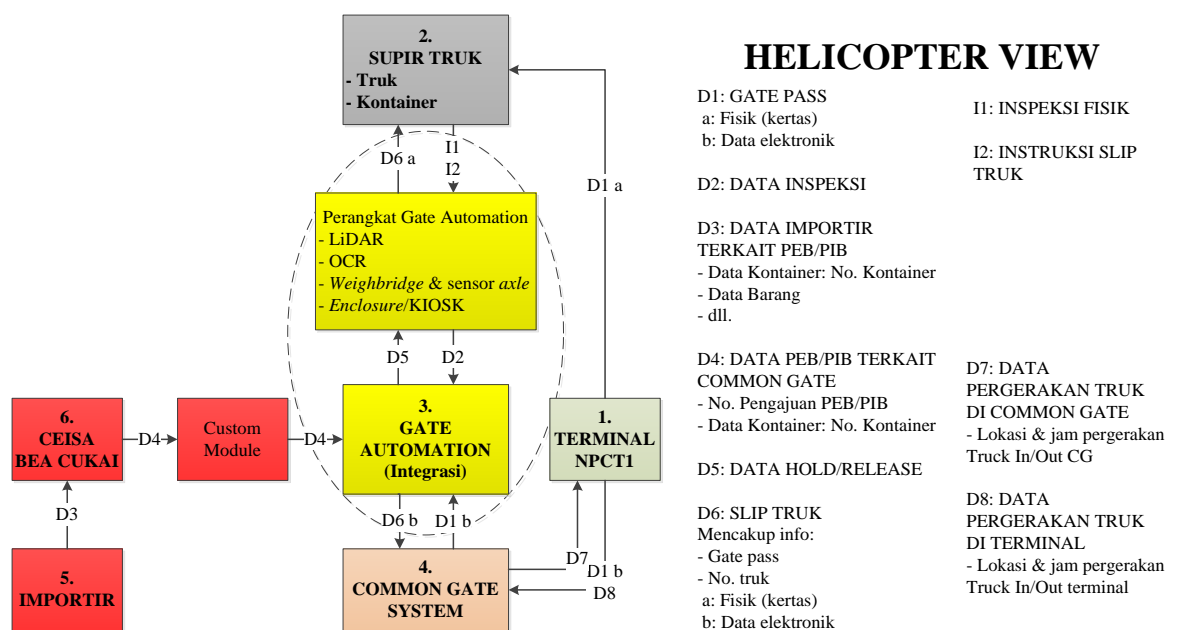
1. Durasi pelayanan Common Gate yang singkat
2. Bukti otentik setiap kegiatan *Gate Automation*



3. Pertukaran data elektronik yang terhubung antara Common Gate, Bea Cukai, dan terminal NPCT1.
4. Area *post gate* jika terjadi kendala saat proses pelayanan di Common Gate, sehingga dapat dilakukan proses manual untuk verifikasi.

## V.2 Pandangan Helikopter/*Helicopter View Gate Automation*

Berikut adalah pandangan helikopter/*helicopter view* dari *Gate Automation*.



Gambar 5. 1 Helicopter view *Gate Automation*

1. Terminal NPCT1 mengirimkan *gate pass* secara elektronik kepada sistem Common Gate dan mencetak *gate pass* secara fisik dalam bentuk kertas, ketika pemilik barang membayar pelayanan kontainer ke Billing NPCT1.
2. Supir truk dengan kontainer melakukan inspeksi fisik oleh perangkat *Gate Automation* yaitu LiDAR, OCR, *weighbridge* dan sensor *axle*, lalu supir truk menekan tombol cetak slip truk (jika tidak membawa *gate pass*) atau scan *gate pass* di *enclosure/KIOSK*.

3. Perangkat *Gate Automation* memberikan data inspeksi fisik yaitu no. kontainer, no.polisi truk, lalu kerusakan kontainer, serta berat kontainer ke sistem *Gate Automation Common Gate*.
4. Importir memberikan informasi terkait Permohonan Ekspor Barang (PEB) atau Permohonan Impor Barang (PIB) ke Bea Cukai.
5. Bea Cukai mengirimkan beberapa informasi PEB/PIB terkait Common Gate, seperti no. pengajuan PEB/PIB dan no.kontainer yang ada di dokumen PEB/PIB ke Custom Module.
6. Custom Module, sebagai perantara antara sistem Bea Cukai dan sistem Common Gate meneruskan data dari Bea Cukai.
7. Sistem *Gate Automation* menerima informasi data elektronik *gate pass* dari sistem Common Gate, data PEB/PIB dari Custom Module, dan data inspeksi dari perangkat *Gate Automation*. Jika ketiga komponen ini sesuai, maka sistem *Gate Automation* memberi instruksi *release* ke perangkat *Gate Automation* yaitu *enclosure* dan membuka *barrier*. Jika ada perbedaan/kendala, maka sistem *Gate Automation* memberi instruksi *hold* ke perangkat *Gate Automation* yaitu *enclosure* dan menutup *barrier*.
8. Data *hold/release* diterima oleh perangkat *Gate Automation*. Jika *release*, maka supir truk mendapatkan slip truk yang dicetak di *enclosure*.
9. Pergerakan truk yaitu *Truck In/Truck Out* selalu dipantau, maka ada pengiriman data pergerakan truk di Common Gate dari sistem Common Gate dan NPCT1 juga mengirimkan data pergerakan truk di Terminal. Sehingga dapat diketahui pula *turn around time* (TRT) dari truk, sehingga diketahui proses yang paling lama.

### V.3 Simulasi *Gate Automation*

Salah satu metode pada tugas akhir ini adalah dengan menggunakan dinamika sistem untuk mengetahui perubahan durasi pelayanan Common Gate antara sebelum dan sesudah adanya *Gate Automation* dan perubahan jumlah kontainer yang dapat ditangani.

Sehingga, nantinya akan digunakan untuk saran ke pihak manajemen PT. IPC Terminal Petikemas dalam mewujudkan *Gate Automation*.

#### V.3.1 Tujuan Simulasi

Tujuan dari dinamika sistem ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui durasi pelayanan Common Gate, produktivitas per lajur, serta kontainer yang ditangani untuk:
  - Manual
  - Berbagai tingkat otomasi
2. Mengetahui jumlah kontainer yang bisa dilayani berdasarkan *throughput* kontainer sesuai tingkat otomasi

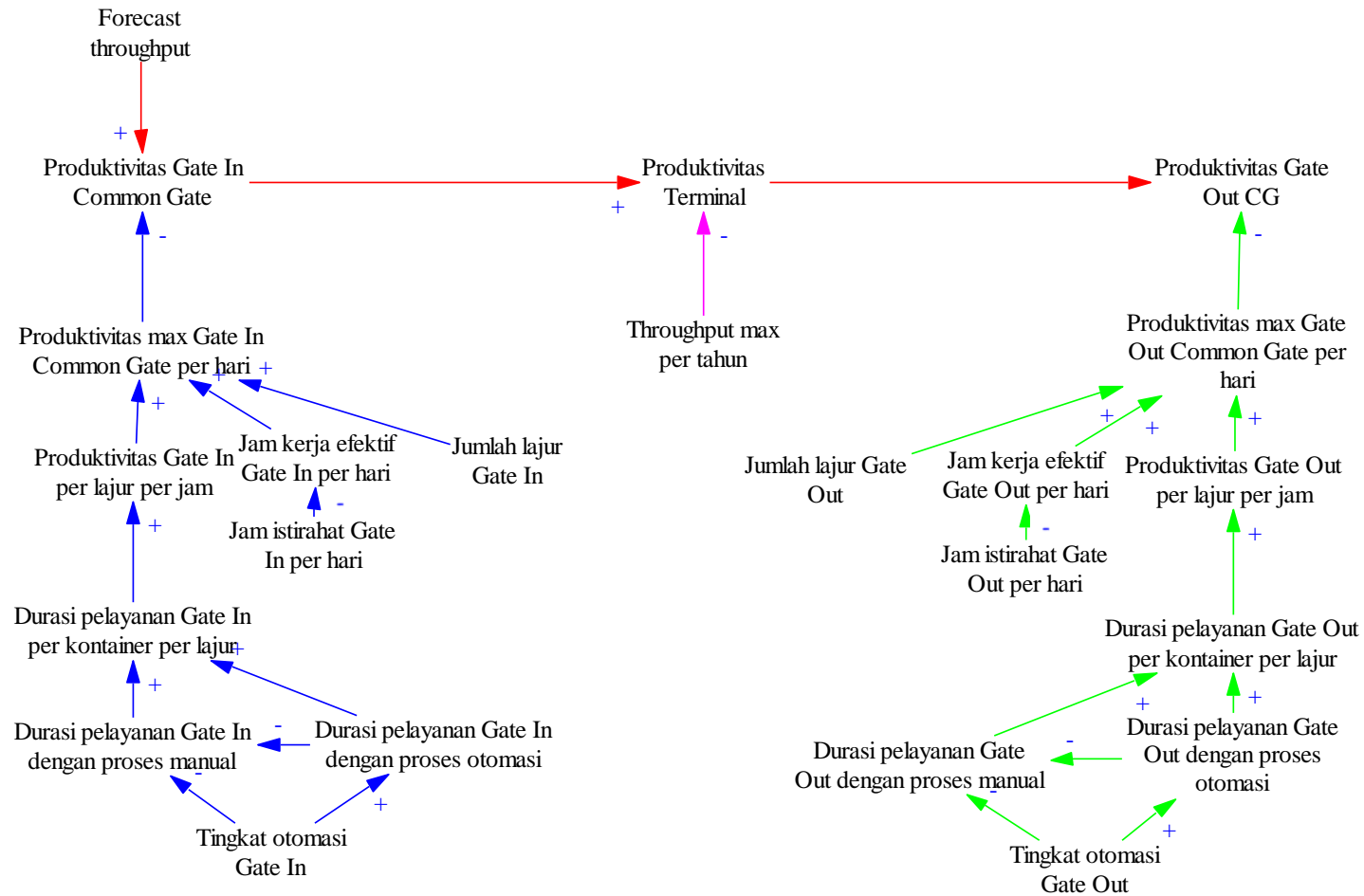
#### V.3.2 Batasan

Ada beberapa batasan yang digunakan pada dinamika sistem pada penelitian ini:

1. Dinamika sistem ini diperuntukkan secara utama untuk otomasi Gate yang dimulai pada tahun 2017 dan berakhir pada tahun 2020. Hal ini agar Common Gate hanya melayani New Priok Port Container Terminal 1 (NPCT1)
2. Lingkup studi yang digunakan adalah Common Gate New Priok Port yang hanya melayani New Priok Port Container Terminal 1 (NPCT1)
3. Dinamika sistem pada pemodelan digunakan untuk mengetahui waktu layanan (durasi) pada Common Gate dan komponen-komponen peningkat kinerja Common Gate. Simulasi bersifat makro, sehingga tidak berfokus pada antrian di Common Gate.

4. Truk yang masuk hanya melakukan 1 siklus, yaitu hanya membawa kontainer ekspor atau hanya membawa kontainer impor. Ukuran truk sesuai dengan ukuran kontainer yang dibawa.

### V.3.3 Diagram Sebab Akibat



Gambar 5. 2 Diagram sebab akibat (secara keseluruhan)

Pada gambar diatas dapat dilihat ada 6 subsistem pada diagram sebab akibat, yaitu:

1. *Forecast throughput*
2. Produktivitas *Gate In Common Gate*
3. Produktivitas Terminal
4. Produktivitas *Gate Out Common Gate*

Panah pada diagram ini menunjukkan bahwa adanya hubungan antara lebih dari satu variabel. Jika di ujung panah tersebut terdapat tanda positif (+), maka hubungan antara variabel satu dan lainnya adalah sejalan, yaitu semakin besar variabel A, maka semakin besar pula variabel B. Jika di ujung panah tersebut terdapat tanda negatif (-), maka hubungan antara variabel satu dan lainnya adalah berkebalikan, yaitu semakin besar variabel A, maka semakin kecil variabel B.

*Forecast throughput* merupakan prakiraan truk dan kontainer yang akan masuk maupun keluar dari *Gate In* dan *Gate Out Common Gate*. *Forecast throughput* ini menggambarkan permintaan yang akan dilayani oleh *Gate In* dan *Gate Out Common Gate* dalam satuan kontainer/satuan waktu. *Forecast throughput* berpengaruh positif terhadap Produktivitas *Gate In Common Gate*.

Pada subsistem Produktivitas *Gate In Common Gate*, *forecast throughput* berpengaruh positif terhadap Produktivitas *Gate In Common Gate* sedangkan Produktivitas max *Gate In Common Gate* per hari berfungsi sebagai batasan produktivitas, maka akan berpengaruh negatif jika Produktivitas *Gate In Common Gate* sudah melewati batasan maksimal. Produktivitas *Gate In* per lajur per jam, Jam Kerja Efektif *Gate In* per hari dan Jumlah lajur *Gate In* berpengaruh positif terhadap produktivitas max *Gate In Common Gate*. Jam istirahat *Gate In* per hari berpengaruh negatif terhadap Jam kerja efektif *Gate In* per hari. Durasi pelayanan *Gate In* per kontainer per lajur berpengaruh positif terhadap Produktivitas *Gate In* per lajur per jam. Tingkat Otomasi *Gate In* berpengaruh positif terhadap Durasi Pelayanan *Gate In* dengan proses otomasi dan berpengaruh negative terhadap Durasi pelayanan *Gate In* dengan proses manual. Proses otomasi akan mensubstitusi proses manual, sehingga Durasi pelayanan *Gate In* dengan proses otomasi berpengaruh negatif terhadap durasi pelayanan *Gate In* dengan proses manual. Durasi pelayanan *Gate In* dengan proses manual dan otomasi berpengaruh positif terhadap Durasi pelayanan *Gate In* per kontainer per lajur.

Pada subsistem Produktivitas Terminal, Produktivitas *Gate In* Common Gate berpengaruh positif. *Throughput max* per tahun berlaku sebagai batasan, sehingga akan berpengaruh negatif jika Produktivitas Terminal sudah melampaui batasan maksimal.

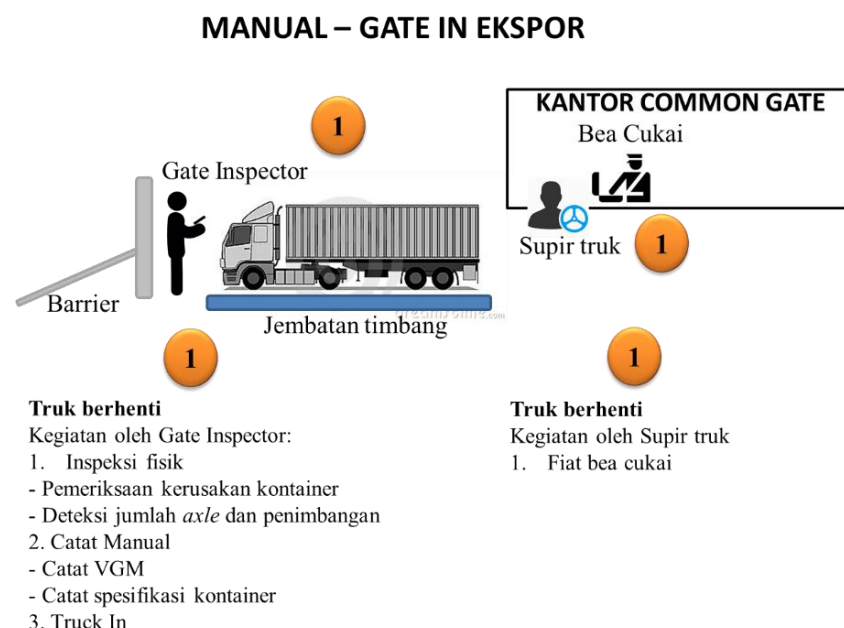
Seluruh proses dimulai dari *Gate In* ekspor, *Gate In* impor, *Gate Out* ekspor dan *Gate In* impor memiliki komponen pembentuk durasi pelayanan yang berbeda-beda. Sehingga tidak seluruh perangkat otomasi digunakan di *Gate In* dan *Gate Out*, namun hanya menggunakan perangkat yang berhubungan dengan durasi pada masing-masing Gate saja.

Berikut adalah komponen pembentuk Produktivitas *Gate In* dan *Gate Out* Common Gate.

5. Produktivitas *Gate In* Per lajur per jam (ekspor)
6. Produktivitas *Gate In* Per lajur per jam (impor)
7. Produktivitas *Gate Out* Per lajur per jam (ekspor)
8. Produktivitas *Gate Out* Per lajur per jam (impor)

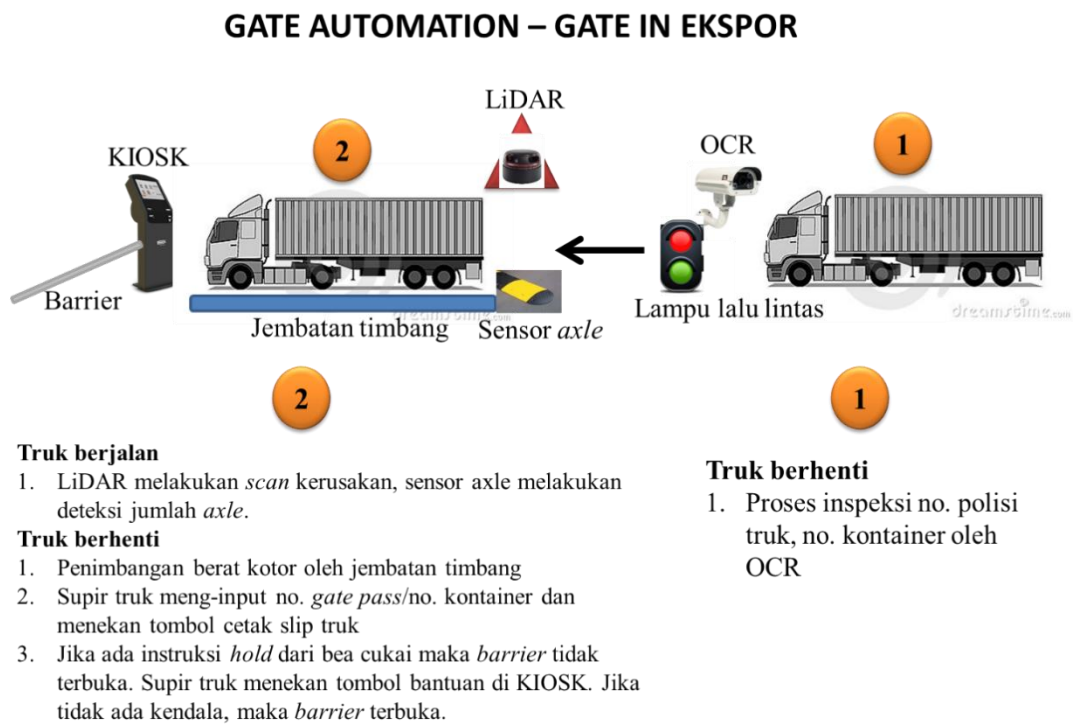
Diagram sebab akibat menjelaskan tentang hubungan antar komponen pembentuk sebab akibat. Berikut akan dijelaskan proses manual dan proses otomasi di masing-masing Gate, sehingga terlihat komponen apa saja yang menambah durasi pelayanan per kontainer. Sehingga, dapat terlihat produktivitas Gate untuk masing-masing tingkat otomasi.

Berikut adalah ilustrasi proses manual di *Gate In* ekspor.



Gambar 5. 3 Ilustrasi proses manual di *Gate In* ekspor

Kegiatan diatas berjalan secara paralel atau bersamaan antara *Gate Inspector* dan Supir truk, maka ditulis dengan nomor yang sama yaitu 1.

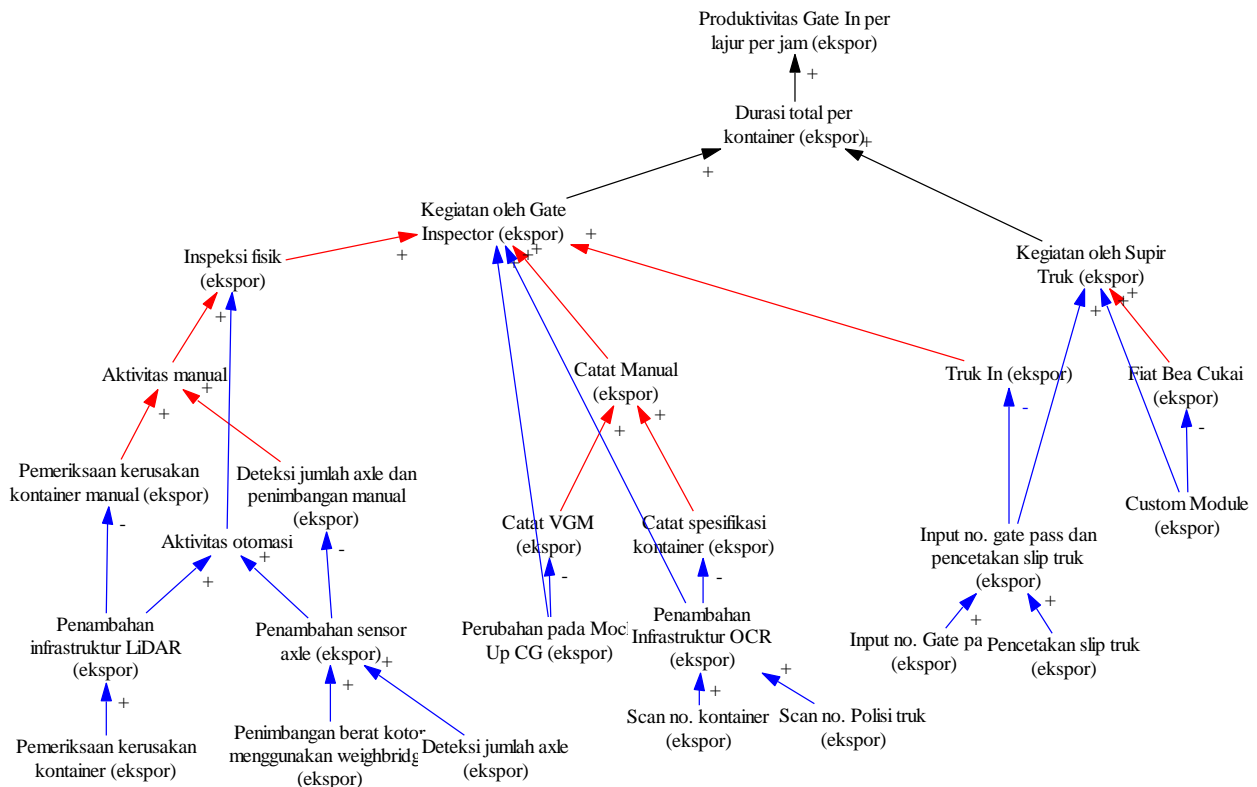


Gambar 5. 4 Ilustrasi proses *Gate Automation* di *Gate In* ekspor

Kegiatan diatas berjalan secara berurutan. Kegiatan nomer 1 berjalan lebih dulu, lalu proes nomer 2.

Berikut adalah *Causal Loop* diagram untuk *Gate In* ekspor.





Gambar 5. 5 Subsistem Produktivitas *Gate In* per lajur per jam (ekspor)

Secara garis besar, komponen otomasi (panah biru) berpengaruh negatif terhadap komponen manual (panah merah), karena bersifat substitusi. Sehingga, jika ada komponen otomasi, maka durasi kegiatan manual hilang. Seluruh durasi dijumlahkan sehingga didapat durasi total.

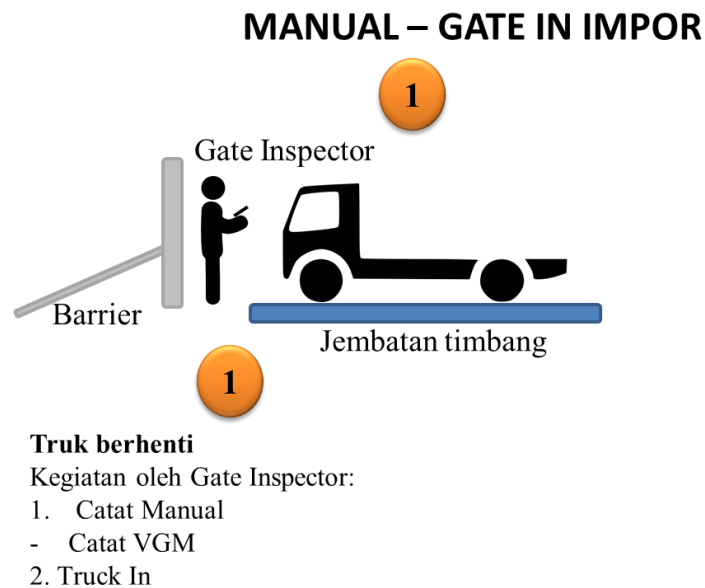
Pemeriksaan kerusakan kontainer berpengaruh positif terhadap penambahan infrastruktur LiDAR. Penambahan infrastruktur LiDAR berpengaruh negatif terhadap pemeriksaan kerusakan kontainer manual dan berpengaruh positif terhadap aktivitas otomasi. Penimbangan berat kotor menggunakan *weighbridge* dan deteksi jumlah *axle* berpengaruh positif terhadap penambahan sensor *axle*. Penambahan sensor *axle* berpengaruh negatif terhadap deteksi jumlah *axle* dan penimbangan manual dan berpengaruh positif terhadap aktivitas otomasi. Aktivitas manual dan aktivitas otomasi berpengaruh positif terhadap inspeksi fisik. Perubahan pada mock up CG berpengaruh negatif terhadap catat VGM ekspor. Scan nomor kontainer dan scan nomor polisi truk berpengaruh positif terhadap penambahan infrastruktur OCR. Penambahan infrastruktur OCR berpengaruh negatif terhadap catat spesifikasi kontainer ekspor. Catat VGM dan catat spesifikasi kontainer ekspor berpengaruh

positif terhadap catat manual ekspor. Inspeksi fisik, *truck in* ekspor, serta catat manual ekspor berpengaruh positif terhadap kegiatan oleh *Gate Inspector*.

Pembuatan Custom Module berpengaruh negatif terhadap fiat bea cukai ekspor, dan berpengaruh positif terhadap kegiatan oleh supir truk. Input nomor *gate pass* dan pencetakan slip truk berpengaruh positif terhadap kegiatan oleh supir truk.

Kegiatan oleh *Gate Inspector* dan kegiatan oleh supir truk berpengaruh terhadap durasi total per kontainer. Durasi total per kontainer berpengaruh positif terhadap Produktivitas *Gate In* per lajur per jam.

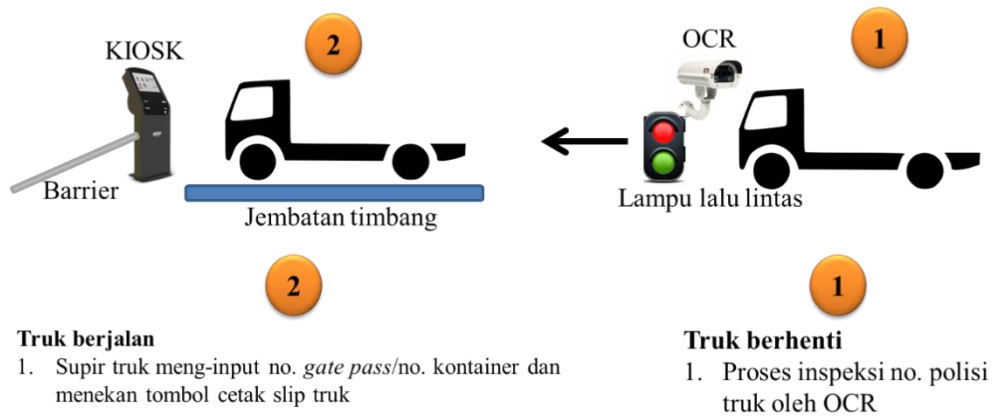
Berikut adalah ilustrasi proses manual di *Gate In* impor.



Gambar 5. 6 Ilustrasi proses manual di *Gate In* impor

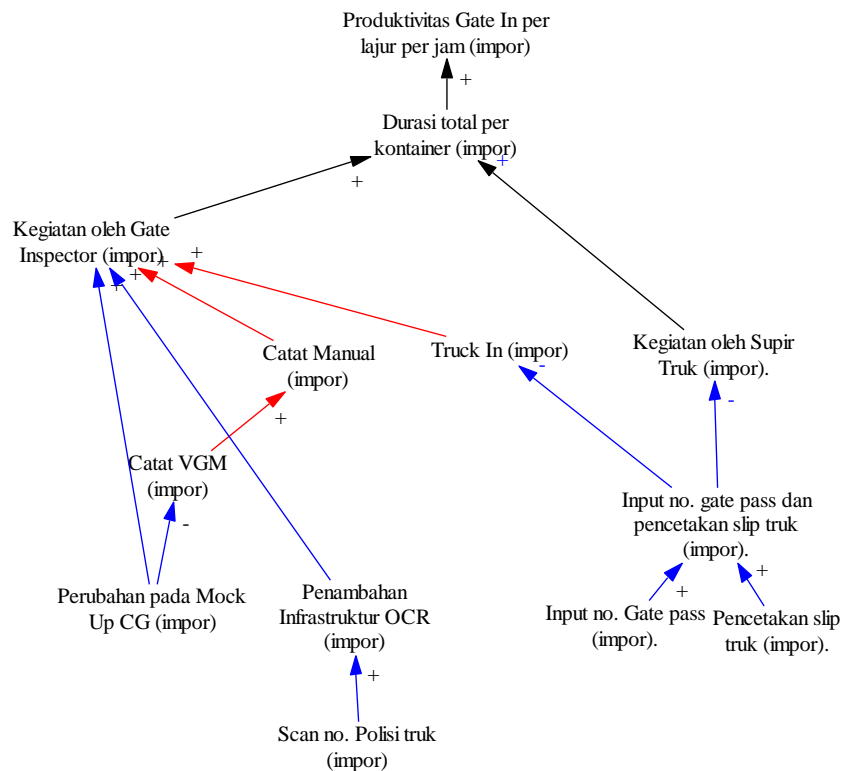
Sedangkan berikut adalah ilustrasi proses otomasi di *Gate In* impor.

## GATE AUTOMATION – GATE IN IMPOR



Gambar 5. 7 Ilustrasi proses *Gate Automation* di *Gate In* impor

Kegiatan diatas berjalan secara berurutan. Kegiatan nomor 1 berjalan lebih dulu, lalu kegiatan nomor 2.

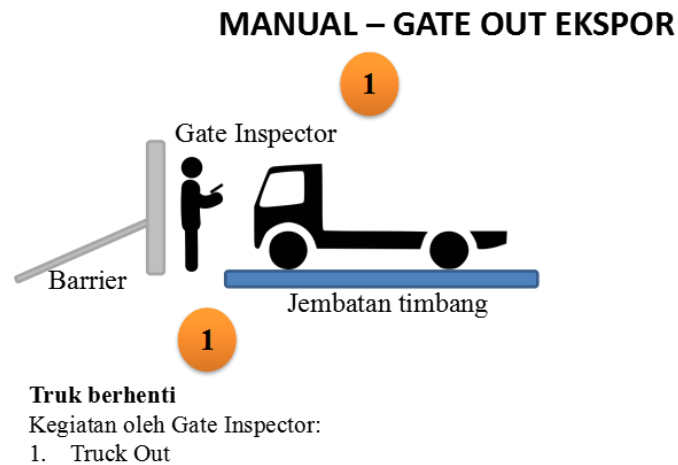


Gambar 5. 8 Subsistem Produktivitas *Gate In* per lajur per jam (impor)

Pada *Gate In* impor, truk tidak membawa kontainer. Sehingga, tidak ada pemeriksaan fisik dan penimbangan. Maka itu, perangkat yang digunakan juga tidak

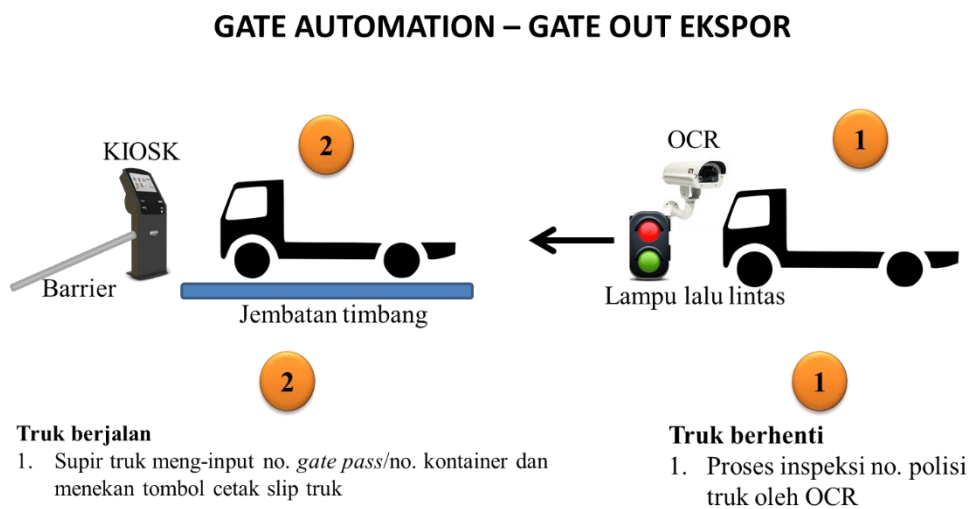
selengkap *Gate In* ekspor. Selain itu, penambahan infrastruktur OCR hanya dipengaruhi oleh *scan no. polisi truk*, tanpa adanya *scan no. kontainer*.

Berikut adalah ilustrasi proses manual di *Gate Out* ekspor.



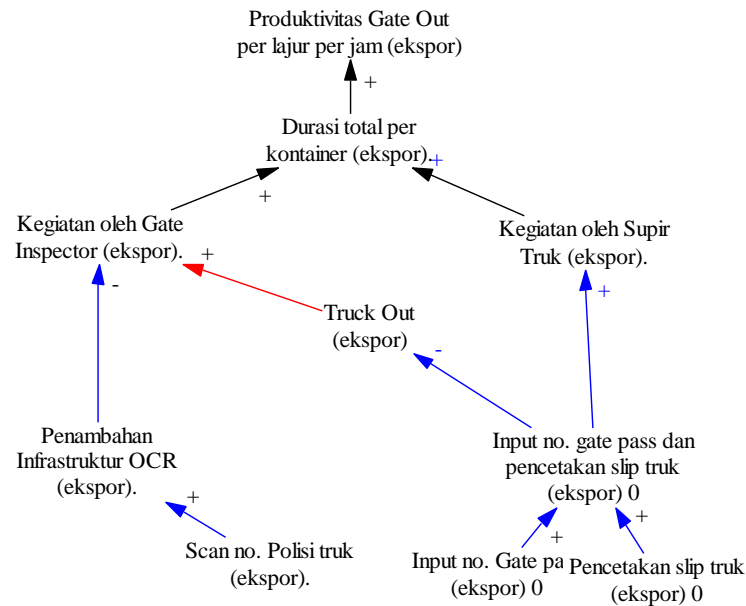
Gambar 5. 9 Ilustrasi proses manual di *Gate Out* ekspor

Sedangkan berikut adalah ilustrasi proses otomatisasi di *Gate Out* ekspor.



Gambar 5. 10 Ilustrasi proses *Gate Automation* di *Gate In* impor

Kegiatan diatas berjalan secara berurutan. Kegiatan nomer 1 berjalan lebih dulu, lalu kegiatan nomer 2.

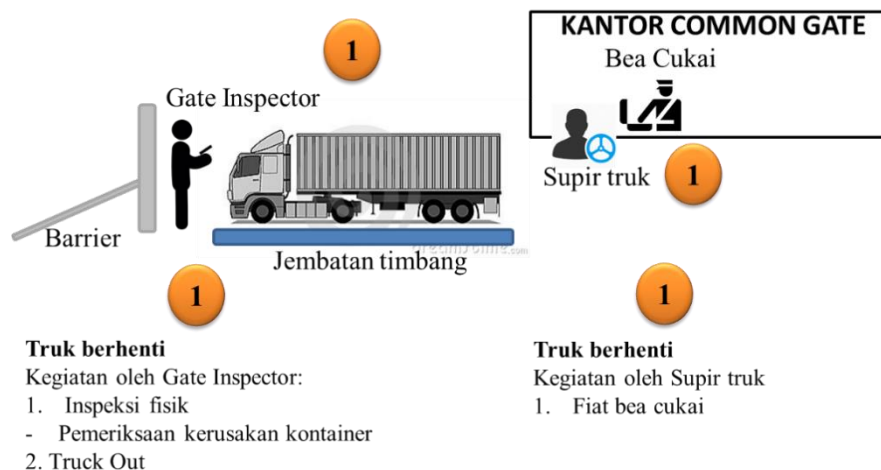


Gambar 5. 11 Subsistem Produktivitas *Gate Out* per lajur per jam (ekspor)

Pada subsistem Produktivitas *Gate Out* per lajur per jam (ekspor), truk sudah tidak membawa kontainer. Sehingga, tidak ada proses inspeksi untuk kontainer. OCR hanya melakukan *scan* untuk no. polisi truk.

Berikut adalah ilustrasi proses manual di *Gate Out* impor.

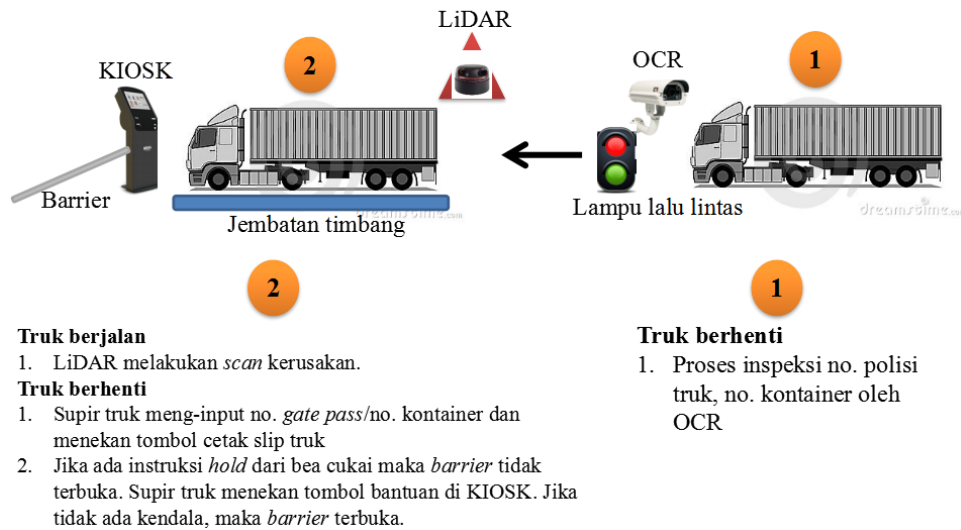
### MANUAL – GATE OUT IMPOR



Gambar 5. 12 Ilustrasi proses manual di *Gate Out* impor

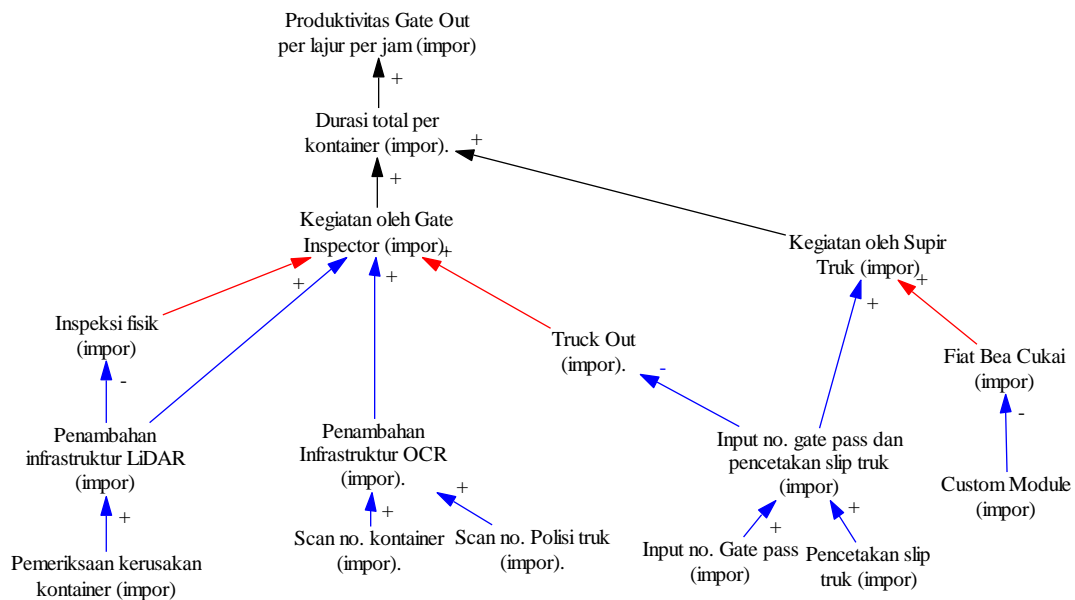
Kegiatan diatas berjalan secara paralel atau bersamaan antara *Gate Inspector* dan Supir truk, maka ditulis dengan nomor yang sama yaitu 1.

## GATE AUTOMATION – GATE OUT IMPOR



Gambar 5. 13 Ilustrasi proses *Gate Automation* di *Gate Out* impor

Kegiatan diatas berjalan secara berurutan. Kegiatan nomor 1 berjalan lebih dulu, lalu proses nomor 2.



Gambar 5. 14 Subsistem Produktivitas *Gate Out* per lajur per jam (impor)

Pada subsistem Produktivitas *Gate Out* per lajur per jam (impor), truk membawa kontainer. Proses inspeksi fisik dilakukan hanya untuk pemeriksaan kerusakan kontainer, tanpa melakukan penimbangan kontainer. Penimbangan kontainer hanya diperlukan di pelabuhan asal.



Peramalan *throughput* NPCT1 dilakukan untuk mengetahui jumlah truk dan kontainer yang akan masuk dan keluar dari Common Gate. Dengan batasan 1 truk membawa 1 kontainer, maka akan terlihat berapa truk yang masuk.

Penelitian ini tidak berfokus pada peramalan *throughput*, sehingga hanya digunakan 1 cara meramalkan *throughput*, yaitu peramalan dengan *seasonal index* yang kemudian akan dijelaskan secara lebih rinci pada sub bab perhitungan dengan Ms. Excel. Data historis yang digunakan untuk meramalkan adalah *throughput* JICT (tahun 2012-2016) untuk mencari *seasonal index* dan *throughput* NPCT1 (Mei 2016-April 2017) untuk mencari persamaan linear. Kedua *throughput* tersebut masih dalam satuan TEU (*twenty-foot equivalent unit*), sehingga harus dikonversikan ke satuan kontainer dengan perbandingan antara kontainer 20' atau TEU dengan kontainer 40'.

Pada gambar diatas, dapat dilihat bahwa aliran TEU per bulan eksisting dan *forecast* merupakan gabungan antara aliran TEU per bulan eksisting dari Mei 2016 -April 2017 dan aliran TEU per bulan *seasonal index*. Aliran TEU per bulan *seasonal index* merupakan ramalan kontainer per bulan linear yang telah dikali dengan *seasonal index* sehingga didapat variasi *peak season* atau bulan puncak di setiap tahunnya.

Berikut adalah persamaan untuk stok TEU per bulan eksisting dan *forecast*.

$$\text{Stok TEU per bulan eksisting dan forecast (TEU)} = \int_{t_1}^{t_n} \text{Aliran TEU per bulan eksisting dan forecast} \left( \frac{\text{TEU}}{\text{bulan}} \right) \cdot dt$$

atau

$$\begin{aligned} \text{Stok TEU per bulan eksisting dan forecast (TEU)} = & \int_{t_0}^{t_{11}} \text{Aliran TEU per bulan eksisting} \left( \frac{\text{TEU}}{\text{bulan}} \right) \cdot dt + \\ & \int_{t_{12}}^{t_n} \text{Aliran TEU per bulan seasonal index} \left( \frac{\text{TEU}}{\text{bulan}} \right) \cdot dt \end{aligned}$$

dimana

$$\text{Stok TEU per bulan eksisting dan forecast} = \text{Stok Throughput (TEU)}$$

Keterangan:

t = periode waktu (bulan ke-)

t<sub>0</sub> = periode waktu ke-0 atau bulan ke-1, Mei 2016



$t_{11}$  = periode waktu ke-11 atau bulan ke-12, April 2017

$t_{12}$  = periode waktu ke-12 atau bulan ke-13, Mei 2017

$t_n$  = bulan ke-n, akhir periode simulasi.

Hasil peramalan dengan *seasonal index* kemudian dikoreksi menggunakan nilai koreksi sehingga didapatkan nilai yang diinginkan pada akhir periode simulasi. Untuk menghitungnya, TEU per bulan eksisting dan *forecast* dikali dengan nilai koreksi sehingga menjadi TEU koreksi.

Karena *throughput* masih dalam satuan TEU, maka harus dikonversikan menjadi satuan kontainer dengan cara mengalikan *throughput* per bulan eksisting dan *forecast* dengan perbandingan kontainer 20' dan kontainer 40' terhadap *throughput*. Perhitungan perbandingan kontainer 20' dan kontainer 40' akan dijelaskan lebih rinci di sub bab Perhitungan dengan Ms. Excel.

Stok kontainer per bulan NPCT1 (kontainer)

$$= \int_{t_0}^{t_n} \text{TEU koreksi} \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{bulan}} \right) . dt \times (\text{perbandingan kontainer 20' dengan throughput} \\ + \text{perbandingan kontainer 40' dengan throughput})$$

dimana

$$\text{Stok kontainer per bulan NPCT1 (kontainer)} = \text{Stok Throughput (kontainer)}$$

Keterangan:

$t_0$  = periode waktu ke-0 atau bulan ke-1, Mei 2016

$t_n$  = bulan ke-n, akhir periode simulasi.

Pada Common Gate, ada proses yang berbeda antara pelayanan kontainer ekspor dan impor yang berdampak pada perbedaan durasi pelayanannya juga. Sehingga, perlu dipisah antara kontainer ekspor dan impor. Pemisahan ini menggunakan persentase antara kontainer ekspor dan impor dari rata-rata data historis yang digunakan oleh Common Gate PT. IPC TPK.

Stok kontainer per bulan ekspor (kontainer)

$$= \int_{t_0}^{t_n} \text{Aliran kontainer per bulan NPCT1} \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{bulan}} \right) . dt \times \text{persentase kontainer ekspor (\%)}$$

Keterangan:

$t_0$  = periode waktu ke-0 atau bulan ke-1, Mei 2016

$t_n$  = bulan ke-n, akhir periode simulasi.

Persamaan yang serupa juga digunakan untuk mencari stok kontainer impor, namun menggunakan data-data kontainer impor.

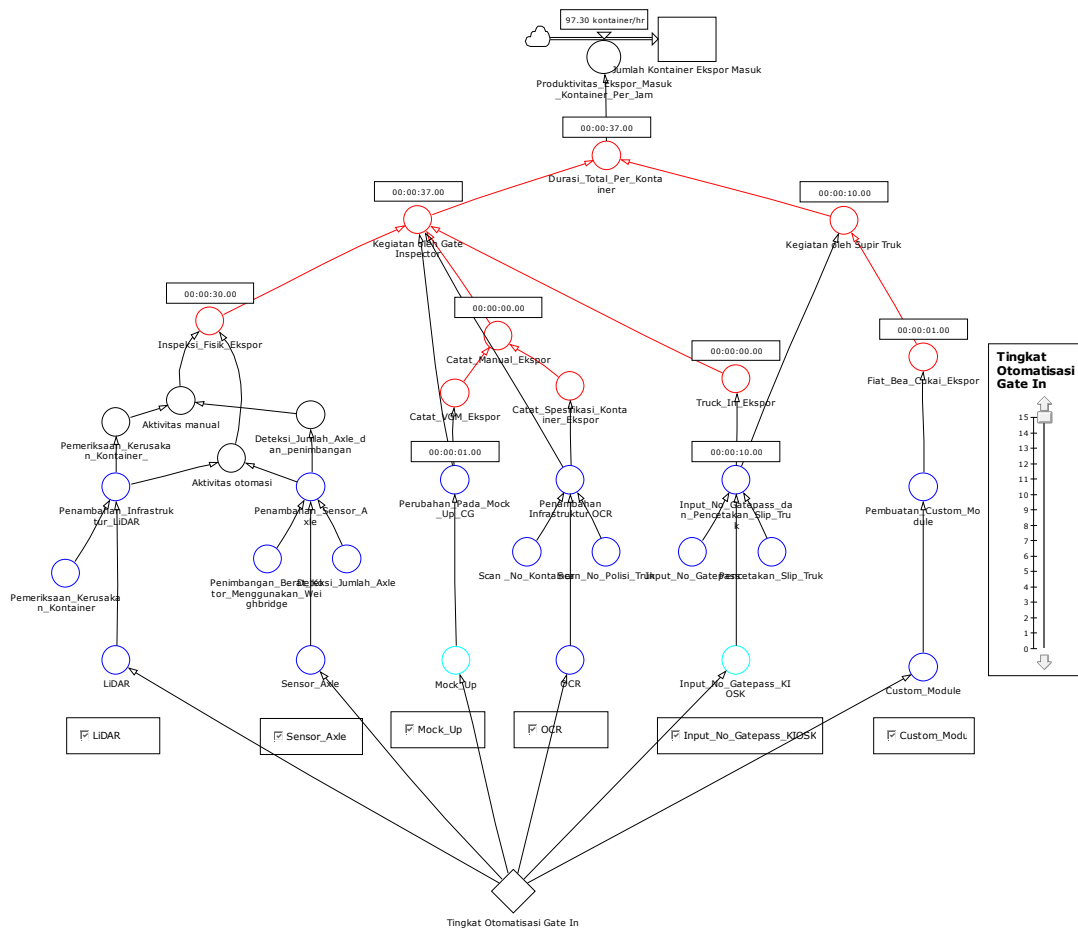
Untuk mencari aliran kontainer per hari, digunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Aliran kontainer per hari} = \frac{\text{Aliran kontainer bulan } (\frac{\text{kontainer}}{\text{bulan}})}{30 \text{ hari}}$$

Persamaan diatas berlaku untuk kontainer ekspor dan impor. Setelah mendapatkan aliran kontainer per hari, maka selesai lah perhitungan untuk subsistem *forecast throughput*. Aliran kontainer per hari ini akan menjadi aliran untuk subsistem Produktivitas *Gate In*. Aliran kontainer pada subsistem Produktivitas *Gate In* akan menjadi aliran untuk subsistem Produktivitas Terminal. Aliran kontainer pada subsistem Produktivitas Terminal akan menjadi aliran untuk subsistem Produktivitas *Gate Out*. Sehingga, secara tidak langsung dapat dikatakan bahwa aliran pada subsistem *forecast throughput* NPCT1 akan menjadi aliran Common Gate, sesuai dengan batasan produktivitas maksimum masing-masing Gate.

## b. Subsistem Produktivitas Maksimum *Gate In* Eskpor

Berikut diagram stok & aliran untuk subsistem Produktivitas Maksimum *Gate In* Eskpor



Gambar 5. 16 Diagram Stok dan Aliran subsistem Produktivitas Maksimum *Gate In* ekspor

Secara umum, segala kegiatan yang dilakukan secara otomatisasi, akan mensubstitusi kegiatan yang dilakukan secara manual. Pada gambar diatas, *auxiliary* yang berwarna biru berarti kegiatan yang dilakukan secara otomatisasi dan *auxiliary* yang berwarna merah berarti kegiatan yang dilakukan secara manual. Hubungan antar komponen yang ada di diagram stok dan aliran telah dijelaskan secara konsep pada diagram sebab akibat.

Tingkat otomatisasi merupakan *constant* yang bisa diganti sesuai keinginan. Berikut adalah konversi tingkat otomatisasi.

Tabel 5. 1 Konversi tingkat otomatisasi pada simulasi

Tingkat otomatisasi pada simulasi	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Tingkat otomatisasi	0	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	2E	2F	3A	3B	3C	3D	4

Dengan mengkonversikan seluruh tingkat otomasi menjadi angka, maka bisa digunakan fungsi “IF” pada Powersim untuk mengetahui perangkat otomasi yang digunakan sesuai otomasi.

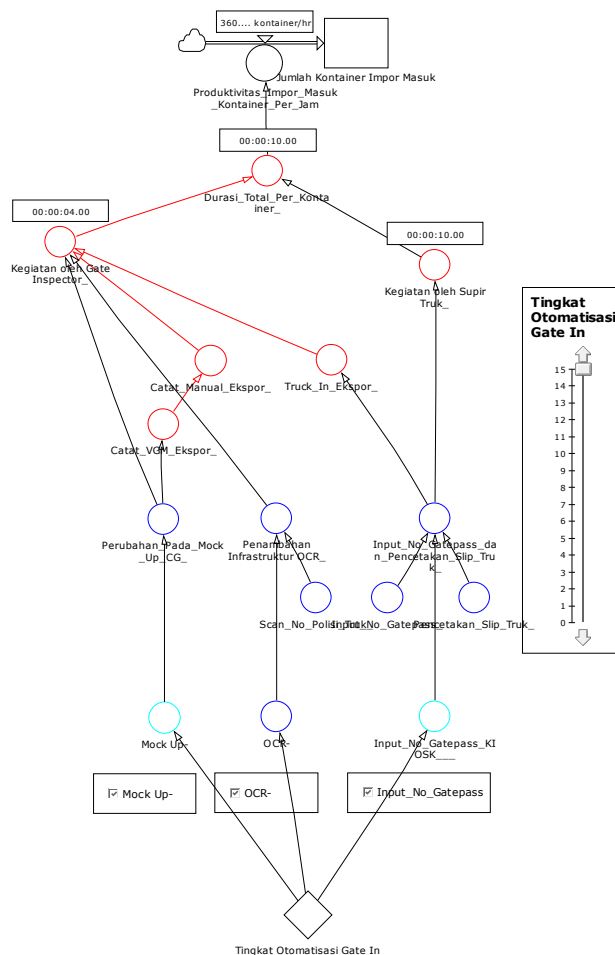
Berikut adalah contoh formulasi yang digunakan pada *auxiliary* LiDAR.

IF("Tingkat Otomatisasi *Gate In*"=1,1, IF("Tingkat Otomatisasi *Gate In*"=5,1,  
IF("Tingkat Otomatisasi *Gate In*"=8,1, IF("Tingkat Otomatisasi *Gate In*"=10,1,  
IF("Tingkat Otomatisasi *Gate In*"=11,1, IF("Tingkat Otomatisasi *Gate In*"=13,1,  
IF("Tingkat Otomatisasi *Gate In*"=14,1,IF("Tingkat Otomatisasi *Gate In*"=15,1,  
0))))))

Formulasi yang digunakan pada Powersim secara lebih lanjut ada di lampiran.

### c. Subsistem Produktivitas Maksimum *Gate In* Impor

Berikut adalah diagram stok dan aliran untuk subsistem Produktivitas Maksimum *Gate In* Impor.

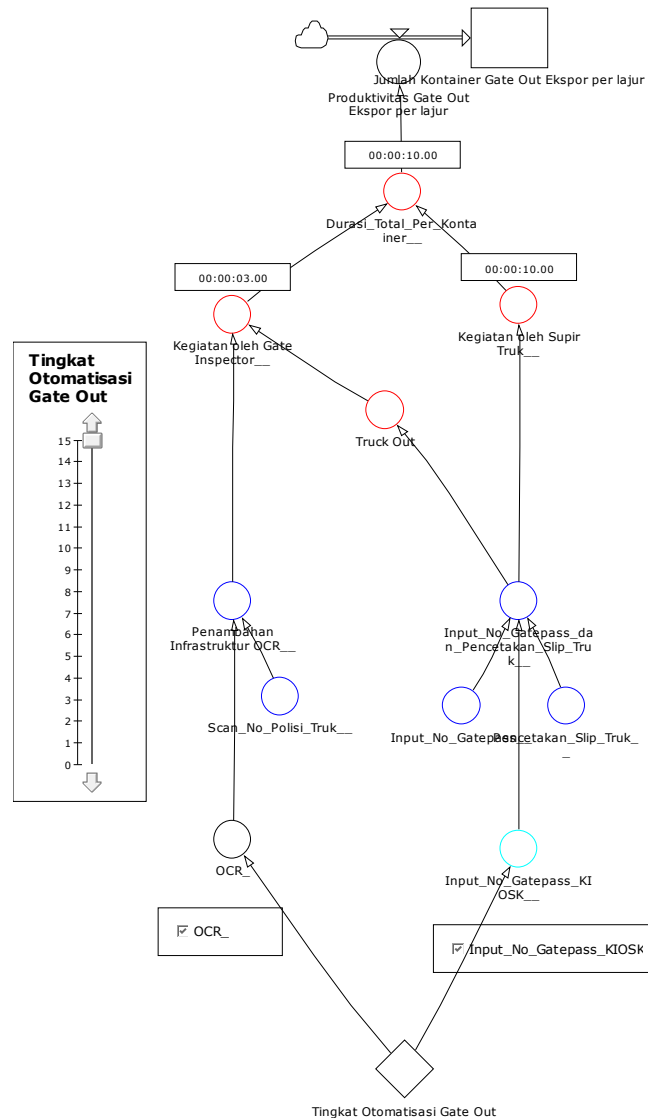


Gambar 5. 17 Subsistem Produktivitas Maksimum *Gate In* Impor

Formulasi yang digunakan pada Powersim secara lebih lanjut ada di lampiran.

d. Subsistem Produktivitas Maksimum *Gate Out* Ekspor

Berikut adalah diagram stok dan aliran untuk subsistem Produktivitas Maksimum *Gate Out* Ekspor.

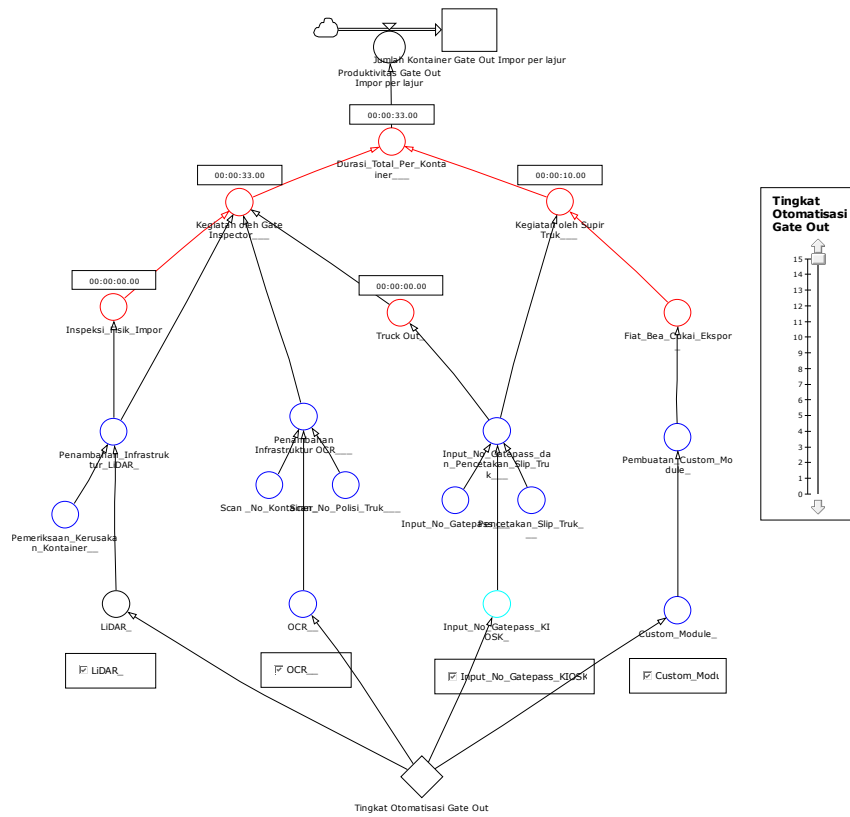


Gambar 5. 18 Subsistem Produktivitas Maksimum *Gate Out* Ekspor

Formulasi yang digunakan pada Powersim secara lebih lanjut ada di lampiran.

e. Subsistem Produktivitas Maksimum *Gate Out* Impor

Berikut adalah diagram stok dan aliran untuk subsistem Produktivitas Maksimum *Gate Out* Impor.

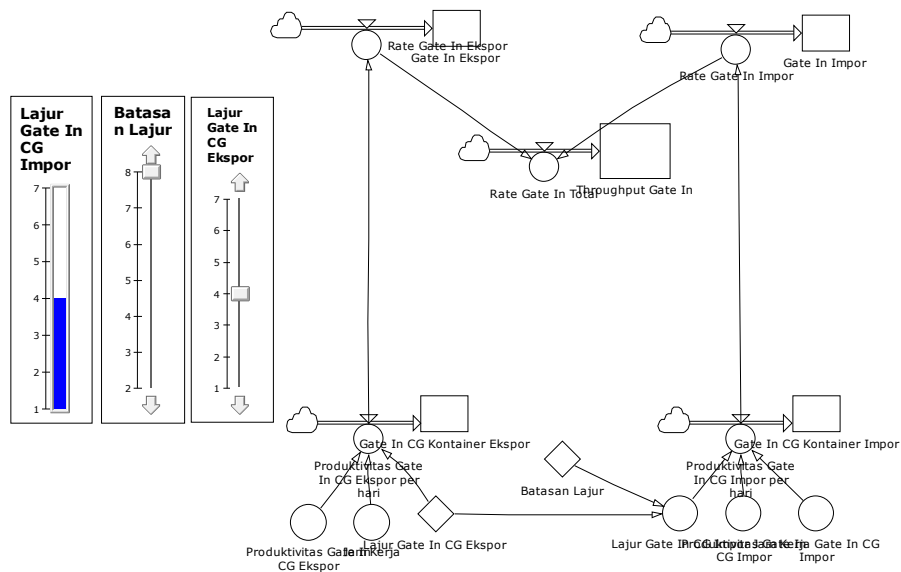


Gambar 5. 19 Subsistem Produktivitas Maksimum *Gate Out* Impor

Formulasi yang digunakan pada Powersim secara lebih lanjut ada di lampiran.

f. Subsistem *Rate* dan *Level Gate In*

Berikut adalah diagram stok dan aliran untuk subsistem *Rate* dan *Level Gate In*.



Gambar 5. 20 Diagram Stok dan Aliran Subsistem *Rate* dan *Level Gate In*

Aliran kontainer dari forecast throughput masuk ke aliran *Gate In*, namun dibatasi oleh aliran produktivitas maksimum Gate yang didapatkan dari durasi pelayanan per kontainer.

$$\text{Stok Gate In} = \int_{t_0}^{t_n} \text{Aliran Gate In} \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{hari}} \right) . dt$$

Dimana

Aliran Gate In = Aliran Forecast throughput

Jika aliran *forecast throughput* <= aliran produktivitas *Gate In* maksimum

Dan

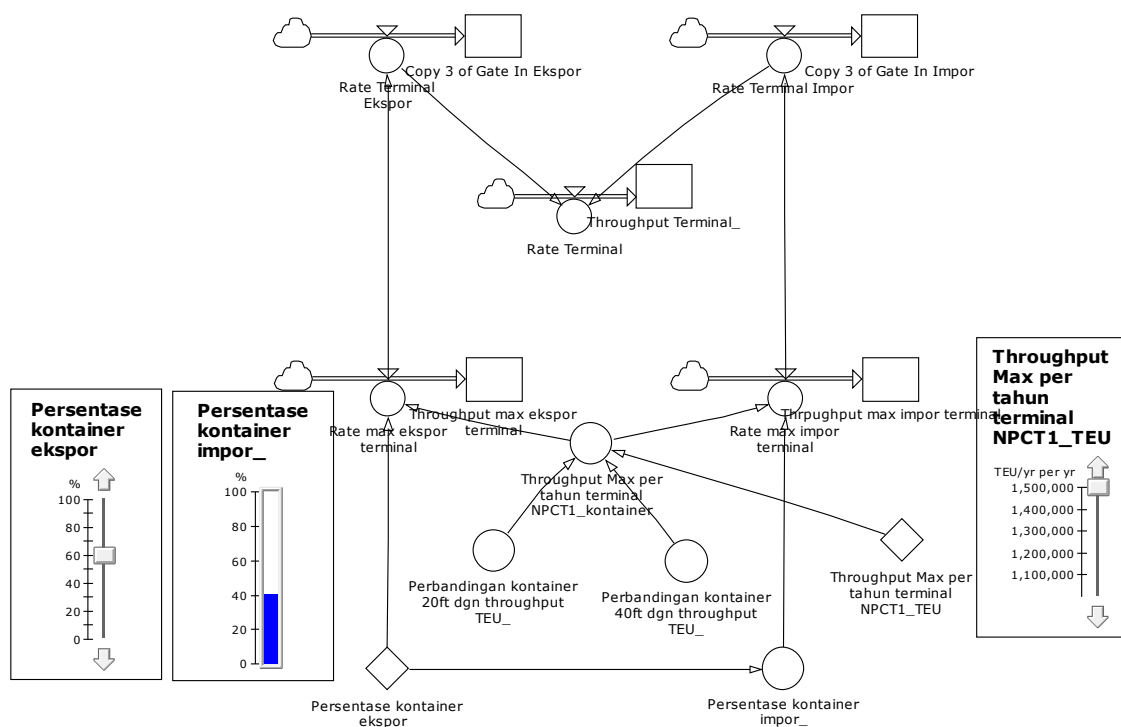
Aliran Gate In = Aliran Produktivitas Gate In maksimum

Jika aliran *forecast throughput* > aliran produktivitas *Gate In* maksimum

Pada pemodelan ini, batasan lajur bisa diganti sesuai Skenario. Formulasi yang digunakan pada Powersim secara lebih lanjut ada di lampiran.

#### g. Subsistem *Rate* dan *Level* Terminal

Berikut adalah diagram stok dan aliran untuk subsistem *Rate* dan *Level* Terminal.



Gambar 5. 21 Diagram Stok dan Aliran Subsistem Rate dan Level Terminal

Aliran kontainer dari *Gate In* masuk ke aliran terminal, namun dibatasi oleh aliran produktivitas maksimum Terminal yang didapatkan dari *throughput* maksimum per tahun.

$$Stok\ Terminal = \int_{t_0}^{t_n} Aliran\ Terminal \left( \frac{kontainer}{hari} \right) . dt$$

Dimana

$$Aliran\ Terminal = Aliran\ Gate\ In$$

Jika aliran terminal  $\leq$  aliran produktivitas terminal maksimum

Dan

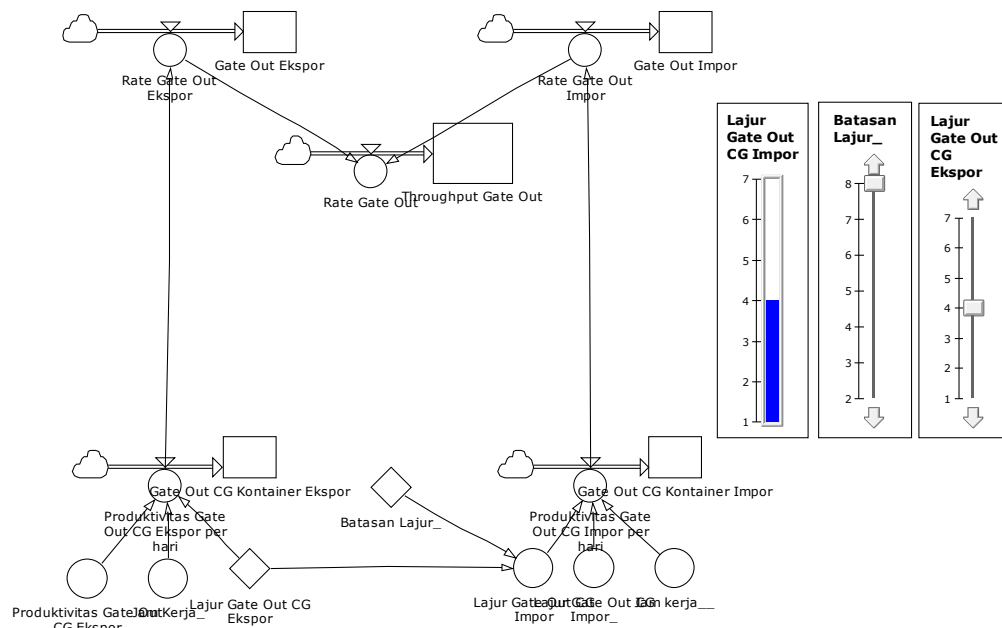
$$Aliran\ Terminal = Aliran\ Produktivitas\ Terminal\ maksimum$$

Jika aliran *Gate In*  $>$  aliran produktivitas terminal maksimum

Pada pemodelan ini, persentase kontainer ekspor dan impor bisa diubah sesuai skenario. Begitu pula untuk *throughput* maksimum per tahun NPCT1. Formulasi yang digunakan pada Powersim secara lebih lanjut ada di lampiran..

#### h. Subsystem *Rate* dan *Level Gate Out*

Berikut adalah diagram stok dan aliran untuk subsystem *Rate* dan *Level Gate Out*.



Gambar 5. 22 Diagram Stok dan Aliran Subsystem *Rate* dan *Level Gate Out*



Aliran kontainer dari terminal masuk ke aliran *Gate Out*, namun dibatasi oleh aliran produktivitas maksimum *Gate Out* yang didapatkan dari durasi pelayanan per kontainer.

$$\text{Stok Gate Out} = \int_{t_0}^{t_n} \text{Aliran Gate Out} \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{hari}} \right) . dt$$

Dimana

$$\text{Aliran Gate Out} = \text{Aliran Terminal}$$

Jika aliran Terminal  $\leq$  aliran produktivitas *Gate Out* maksimum

Dan

$$\text{Aliran Gate Out} = \text{Aliran Produktivitas Gate Out maksimum}$$

Jika aliran *terminal*  $>$  aliran produktivitas *Gate Out* maksimum

Pada pemodelan ini, jumlah lajur dapat diubah sesuai Skenario.. Formulasi yang digunakan pada Powersim secara lebih lanjut ada di lampiran..

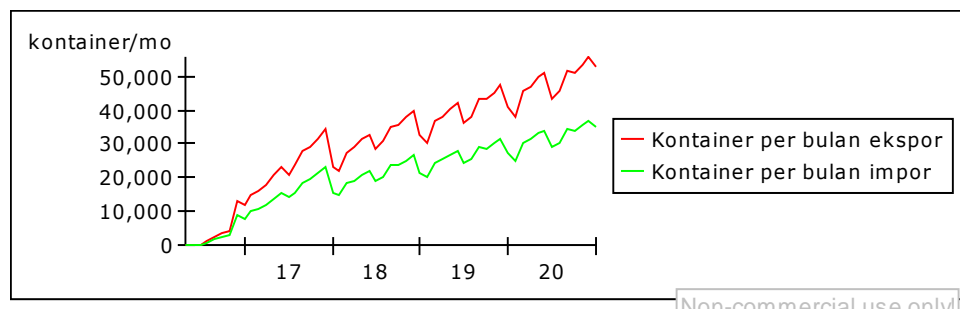
Karena stok *Gate Out* merupakan stok akhir dari seluruh sistem yang ada pada pemodelan, maka total kontainer yang dilayani yang kemudian akan di analisis adalah hasil dari stok *Gate Out*. Nilai tersebut kemudian akan dibandingkan dan dianalisis sensitivitasnya per tingkat otomasi.

### V.3.5 Analisis Simulasi Powersim

Berikut adalah hasil dari simulasi menggunakan aplikasi Powersim.

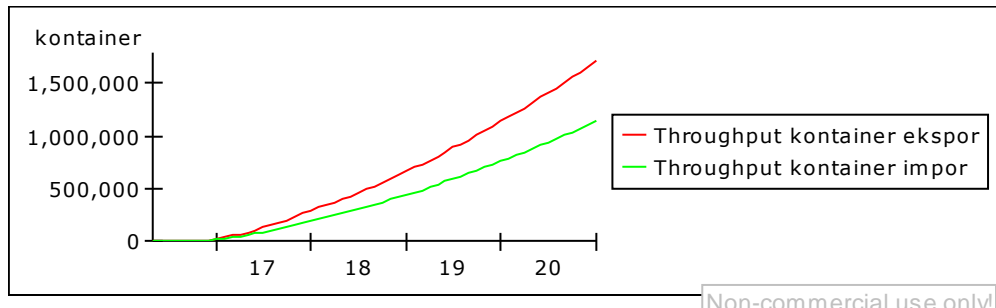
#### 1. Throughput

Berikut adalah *rate* peramalan *throughput* menggunakan *seasonal index*.



Gambar 5. 23 Rate forecast throughput

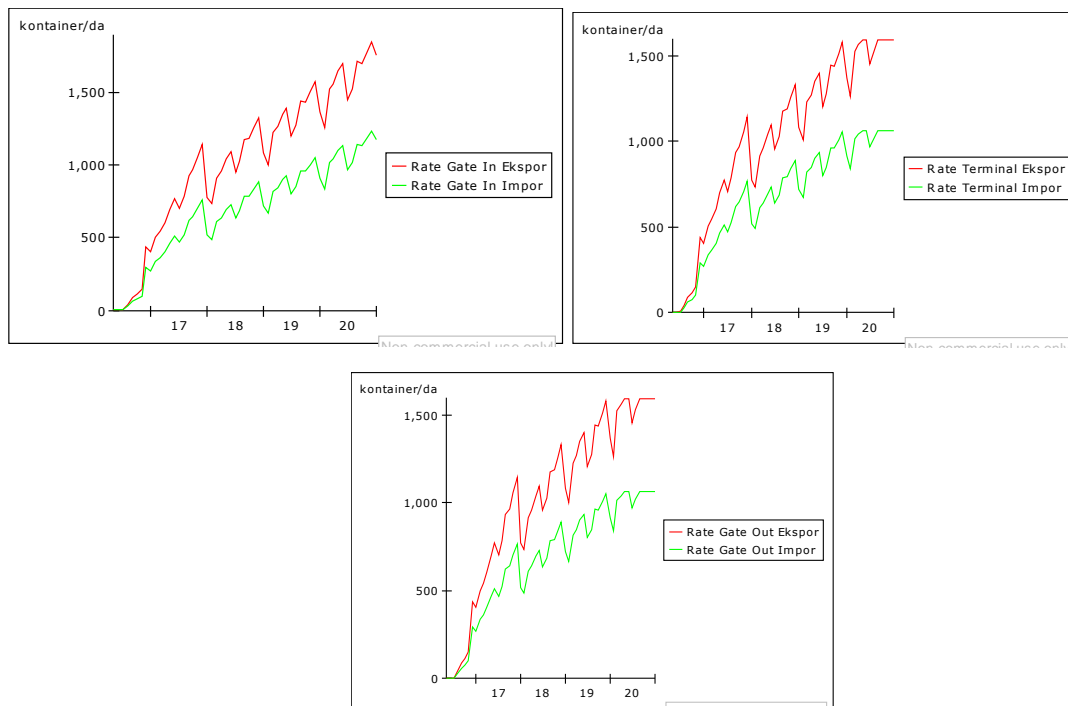
Berikut adalah *level* peramalan *throughput* menggunakan *seasonal index*.



Gambar 5. 24 Level forecast throughput

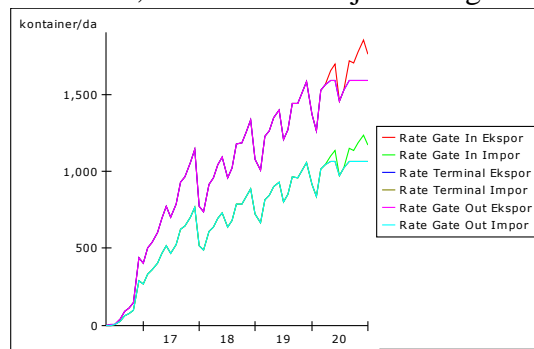
## 2. *Rate Gate In*, Terminal dan *Gate Out*

Berikut adalah *rate Gate In*, *rate terminal*, dan *rate Gate Out* untuk tingkat otomasi 3D.



Gambar 5. 25 Rate *Gate In*, Terminal, dan *Gate Out*

Jika *rate* tersebut disatukan, maka akan menjadi sebagai berikut.

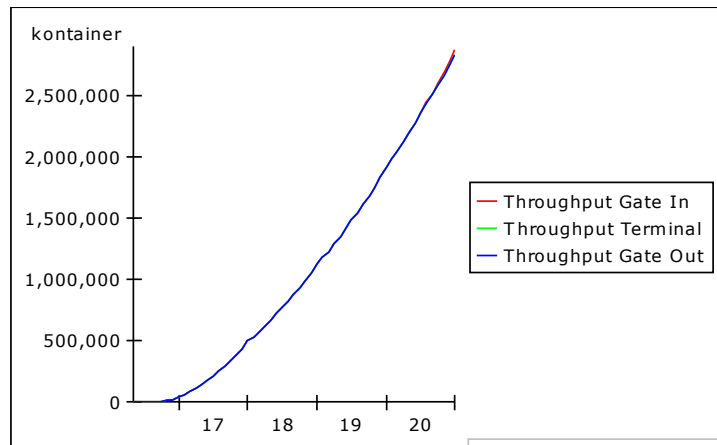


Gambar 5. 26 Rate kumpulan *Gate In*, Terminal, dan *Gate Out*

Dari grafik diatas terlihat bahwa ada kontainer yang tidak dilayani karena adanya batasan seperti produktivitas maksimal masing-masing dari *Gate In*, terminal, maupun *Gate Out*. Sehingga, kontainer yang terlayani adalah kontainer dengan *rate* yang paling rendah yaitu *Gate Out*.

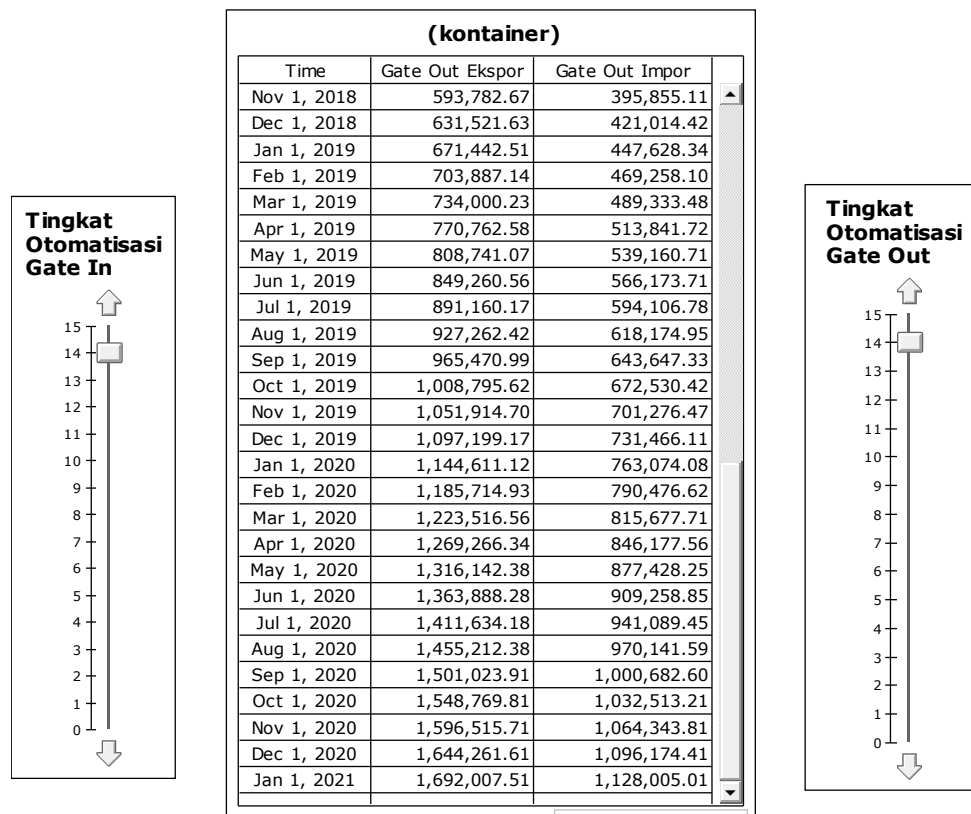
### 3. Level *Gate In*, terminal dan *Gate Out*

Berikut adalah *level Gate In*, terminal dan *Gate Out*.



Gambar 5. 27 Level *Gate In*, terminal dan *Gate Out*

Dari grafik diatas, dapat dilihat lebih rinci lagi dengan tabel dibawah ini.



Gambar 5. 28 Jumlah kontainer yang terlayani tingkat otomasi 3D

#### 4. Verifikasi

Berikut adalah hasil perhitungan menggunakan Ms. Excel yang akan kemudian dijelaskan di sub bab berikutnya.

Tabel 5. 2 Verifikasi dengan perhitungan Ms Excel

			Throughput (Kontainer/bulan) per tingkat otomasi		
TAHUN		t	3C	3D	4
2016	Dec-16	8	25,065	25,065	25,065
2017	Dec-17	20	298,056	298,056	298,056
2018	Dec-18	32	671.443	671.443	671.443
2019	Dec-19	44	1,144,611	1,144,611	1,144,611
2020	Dec-20	56	1,692,008	1,692,008	1,692,008

Pada tabel diatas, dapat dilihat bahwa pada akhir tahun 2020, jumlah kontainer yang tertangani untuk tingkat otomasi 3D adalah 1.692.008. Pada tabel di Powersim, jumlah yang sama ada pada bulan Januari 1, 2021. Karena memiliki hasil yang sama, maka perhitungan dianggap valid.

#### V.3.6 Perhitungan dengan Ms. Excel

##### a. Tingkat Otomasi

Berikut adalah tingkat otomasi pada *Gate Automation* beserta perangkat-perangkat yang digunakan.

Tabel 5. 3 Tingkat Otomasi

GATE AUTOMATION				
	LiDAR	Sensor Axle	OCR	CUSTOM MODULE
<b>TINGKAT 1</b>				
1 A	1			
1 B		1		
1 C			1	
1 D				1
<b>TINGKAT 2</b>				
2 A	1	1		
2 B		1	1	
2 C			1	1
2 D	1		1	
2 E		1		1
2 F	1			1

<b>TINGKAT 3</b>				
3 A	1	1	1	
3 B		1	1	1
3 C	1		1	1
3 D	1	1		1
<b>TINGKAT 4</b>	1	1	1	1

## b. Produktivitas

### 1. Durasi pelayanan per kontainer

Berikut adalah komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer *Gate In* ekspor.

Tabel 5. 4 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer *Gate In* ekspor manual

Kegiatan Oleh	Rincian Aktivitas	Durasi	Durasi Total
<i>Gate Inspector</i>	Inspeksi Fisik	0:01:24	0:02:37
	- Pemeriksaan kerusakan kontainer	0:01:24	
	- Deteksi Jumlah Axle dan penimbangan	0:00:42	
	Truck In	0:00:10	
	Catat Manual	0:01:03	
	- Catat VGM	0:00:39	
	- Catat Spesifikasi Kontainer	0:00:24	
Supir Truk	Fiat Bea Cukai	0:04:50	0:04:50
<b>Durasi Terpakai</b>			<b>0:04:50</b>

Tabel 5. 5 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer *Gate In* ekspor otomasi

Kegiatan Oleh	Rincian Aktivitas	Durasi		Durasi Total
Gate Inspector	Penambahan Infrastruktur LiDAR	0:00:27	0:00:30	0:00:37
	- Pemeriksaan Kerusakan Kontainer	0:00:27		
	Penambahan Sensor Axle	0:00:30		
	- Penimbangan Berat Kotor Menggunakan <i>Weighbridge</i>	0:00:03		
	- Deteksi Jumlah Axle	0:00:27		
	Perubahan pada Mock Up CG	0:00:01	0:00:01	
	Penambahan Infrastruktur OCR	0:00:06	0:00:06	
	- Scan No Kontainer	0:00:03		
	- Scan No Polisi Truk	0:00:03		
Supir Truk	Custom Module	0:00:01	0:00:10	0:00:11
	Input No Gatepass dan Pencetakan Slip Truk	0:00:10		
	- Input No Gatepass	0:00:05		
	- Pencetakan Slip Truk	0:00:05		
		Durasi Terpakai		0:00:37

Berikut adalah komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer *Gate In* impor.

Tabel 5. 6 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer *Gate In* impor manual

Kegiatan Oleh	Rincian Aktivitas	Durasi	Durasi Total
<i>Gate Inspector</i>	Truck In	0:00:21	0:00:38
	Catat Manual	0:00:17	
	- Catat VGM	0:00:17	
<b>Durasi Terpakai</b>			<b>0:00:38</b>

Tabel 5. 7 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer *Gate In* impor otomatis

Kegiatan Oleh	Rincian Aktivitas	Durasi	Durasi Total
<i>Gate Inspector</i>	Perubahan pada Mock Up CG	0:00:01	0:00:04
	Penambahan Infrastruktur OCR	0:00:03	
	- Scan No Polisi Truk	0:00:03	
Supir Truk	Input No Gatepass dan Pencetakan Slip Truk	0:00:10	0:00:10
	- Input No Gatepass	0:00:05	
	- Pencetakan Slip Truk	0:00:05	
<b>Durasi Terpakai</b>			<b>0:00:10</b>

Tabel 5. 8 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer *Gate Out* ekspor manual

Kegiatan Oleh	Rincian Aktivitas	Durasi	Durasi Total
<i>Gate Inspector</i>	Truck Out	0:00:10	0:00:10
<b>Durasi Terpakai</b>			<b>0:00:10</b>

Tabel 5. 9 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer *Gate Out* ekspor otomatis

Kegiatan Oleh	Rincian Aktivitas	Durasi	Durasi Total
<i>Gate Inspector</i>	Penambahan Infrastruktur OCR	0:00:03	0:00:03
	- Scan No Polisi Truk	0:00:03	
Supir Truk	Input No Gatepass dan Pencetakan Slip Truk	0:00:10	0:00:10
	- Input No Gatepass	0:00:05	
	- Pencetakan Slip Truk	0:00:05	
<b>Durasi Terpakai</b>			<b>0:00:10</b>

Tabel 5. 10 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer *Gate Out* impor manual

Kegiatan Oleh	Rincian Aktivitas	Durasi	Durasi Total
<i>Gate Inspector</i>	Inspeksi Fisik	0:01:00	0:01:10
	- Pemeriksaan Kerusakan Kontainer	0:01:00	
	Truck Out	0:00:10	
Supir Truk	Fiat Bea Cukai	0:01:51	0:01:51
<b>Durasi Terpakai</b>			<b>0:01:51</b>

Tabel 5. 11 Komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer *Gate Out* impor otomasi

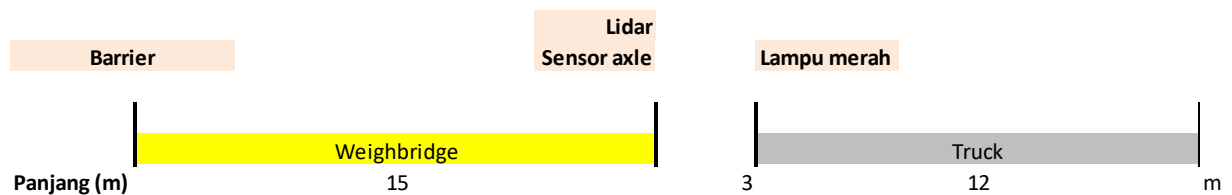
Kegiatan Oleh	Rincian Aktivitas	Durasi	Durasi Total
Gate Inspector	Penambahan Infrastruktur LiDAR	0:00:27	0:00:33
	- Pemeriksaan Kerusakan Kontainer	0:00:27	
	Penambahan Infrastruktur OCR	0:00:06	
	- Scan No Kontainer	0:00:03	
	- Scan No Polisi Truk	0:00:03	
Supir Truk	Pembuatan Custom Module	0:00:01	0:00:11
	Input No Gatepass dan Pencetakan Slip Truk	0:00:10	
	- Input No Gatepass	0:00:05	
	- Pencetakan Slip Truk	0:00:05	
<b>Durasi Terpakai</b>			<b>0:00:33</b>

Untuk komponen pembentuk durasi pelayanan per kontainer kombinasi, dapat dilihat di lampiran. Pada intinya, komponen otomasi akan mensubstitusi komponen manual. Sehingga, durasi yang dibutuhkan juga berkurang.

Berikut adalah asumsi yang digunakan.

Asumsi untuk inspeksi fisik (ekspor), inspeksi kerusakan dilakukan memutar 1 truk dan deteksi jumlah axle dilakukan memutar ½ truk. Kedua komponen dilakukan secara bersamaan.

Asumsi untuk durasi LiDAR dan sensor *axle*. Karena pemrosesannya cepat, maka digunakan kecepatan truk melewati sensor sebagai penentu durasi.



Gambar 5. 29 Ilustrasi asumsi durasi LiDAR dan sensor *axle*.

Panjang truk yang digunakan adalah yang paling panjang yaitu truk 40', 12 m. Panjang jembatan timbang 15 m sesuai kondisi lapangan. Jarak antara LiDAR & Sensor *axle* dengan lampu merah 3 m. Dengan kecepatan truk 2 km/jam, truk akan melewati LiDAR secara utuh dalam setelah 27 detik/kontainer. Durasi ini yang menjadi durasi LiDAR. Truk juga melewati sensor *axle* secara utuh setelah 27 detik, maka durasinya juga 27 detik/kontainer. Jembatan timbang diasumsikan membutuhkan 3 detik saat truk berhenti. Sehingga total durasi sensor *axle* adalah 30 detik/kontainer.

Durasi OCR adalah 3 detik untuk *scan* no kontainer, dan *scan* no polisi truk.

## 2. Durasi pelayanan per kontainer

Berikut adalah durasi pelayanan per kontainer per lajur setiap tingkat otomasi beserta produktivitas per jam per lajur.

Tabel 5. 12 Durasi Pelayanan per kontainer per lajur sesuai tingkat otomasi

		EXPORT IN	EXPORT OUT	IMPORT IN	IMPORT OUT
Semi Otomatis	Semi Otomatis	0:04:50	0:00:10	0:00:38	0:01:51
Kombinasi	1A	0:04:50	0:00:10	0:00:10	0:01:51
	1B	0:04:50	0:00:10	0:00:10	0:01:51
	1C	0:04:50	0:00:10	0:00:10	0:01:51
	1D	0:01:49	0:00:10	0:00:10	0:01:00
	2A	0:04:50	0:00:10	0:00:10	0:01:51
	2B	0:04:50	0:00:10	0:00:10	0:01:51
	2C	0:01:31	0:00:10	0:00:10	0:01:06
	2D	0:04:50	0:00:10	0:00:10	0:01:51
	2E	0:02:19	0:00:10	0:00:10	0:01:00
	2F	0:01:34	0:00:10	0:00:10	0:00:27
	3A	0:02:01	0:00:10	0:00:10	0:01:06
	3B	0:01:16	0:00:10	0:00:10	0:00:33
	3C	0:00:55	0:00:10	0:00:10	0:00:27
	3D	0:00:37	0:00:10	0:00:10	0:00:33
Gate Automation	Gate Automation	0:00:37	0:00:10	0:00:10	0:00:33

Tabel 5. 13 Produktivitas per jam per lajur sesuai tingkat otomasi

		EXPORT IN	EXPORT OUT	IMPORT IN	IMPORT OUT
Semi Otomatis	Semi Otomatis	12.41	360.00	94.74	32.43
Kombinasi	1A	12.41	360.00	360.00	32.43
	1B	12.41	360.00	360.00	32.43
	1C	12.41	360.00	360.00	32.43
	1D	33.03	360.00	360.00	60.00
	2A	12.41	360.00	360.00	32.43
	2B	12.41	360.00	360.00	32.43
	2C	39.56	360.00	360.00	54.55
	2D	12.41	360.00	360.00	32.43



	2E	25.90	360.00	360.00	60.00
	2F	38.30	360.00	360.00	133.33
	3A	12.41	360.00	360.00	32.43
	3B	29.75	360.00	360.00	54.55
	3C	47.37	360.00	360.00	109.09
	3D	65.45	360.00	360.00	133.33
<i>Gate Automation</i>	<i>Gate Automation</i>	97.30	360.00	360.00	109.09

$$\text{Produktivitas per jam} \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{jam}} \right) \\ = 1 \text{ jam} \div \text{Durasi pelayanan per kontainer} \left( \frac{\text{menit}}{\text{kontainer}} \right)$$

### 3. Jumlah lajur

Pada penelitian ini, jumlah lajur yang digunakan adalah sebagai berikut. Jumlah lajur ini bisa diubah sesuai keinginan dengan syarat lajur total maksimum adalah 8 lajur baik untuk *Gate In* dan *Gate Out*. Namun, pada pembahasan ini jumlah lajurnya dibuat tetap.

Tabel 5. 14 Jumlah lajur

	Jumlah lajur		
	<i>Gate In</i>	<i>Gate Out</i>	
<b>Ekspor</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	lajur
Impor	4	4	lajur
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	lajur

### 4. Jam kerja per hari

Jam kerja per hari adalah 24 jam per hari untuk kegiatan tanpa hubungan dengan Bea Cukai. Namun, jika ada hubungan dengan Bea Cukai, maka kegiatan berlangsung selama jam kerja efektif mengikuti Bea Cukai yaitu 21 jam per hari.

Tabel 5. 15 Jam kerja per hari

	Jam kerja per hari		
	<i>Gate In</i>	<i>Gate Out</i>	
Ekspor	21	24	jam
Impor	24	21	jam

## 5. Rekap produktivitas per hari

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk produktivitas per hari.

$$\begin{aligned} & \text{Produktivitas Gate per hari} \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{hari}} \right) \\ &= \text{Produktivitas Gate per lajur per jam} \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{lajur}} \times \text{jam} \right) \times \text{Jumlah lajur (lajur)} \\ & \text{jam kerja per hari} \left( \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \right) \end{aligned}$$

Berikut adalah rekap produktivitas total lajur (kontainer/hari).

Tabel 5. 16 Rekap produktivitas total lajur

		EXPORT IN	EXPORT OUT	IMPORT IN	IMPORT OUT
Semi Otomatis	Semi Otomatis	1,043	34,560	9,095	2,724
Kombinasi	1A	1,043	34,560	34,560	2,724
	1B	1,043	34,560	34,560	2,724
	1C	1,043	34,560	34,560	2,724
	1D	2,774	34,560	34,560	5,040
	2A	1,043	34,560	34,560	2,724
	2B	1,043	34,560	34,560	2,724
	2C	3,323	34,560	34,560	4,582
	2D	1,043	34,560	34,560	2,724
	2E	2,176	34,560	34,560	5,040
	2F	3,217	34,560	34,560	11,200
	3A	1,043	34,560	34,560	2,724
	3B	2,499	34,560	34,560	4,582
	3C	3,979	34,560	34,560	9,164
	3D	5,498	34,560	34,560	11,200
Gate Automation	Gate Automation	8,173	34,560	34,560	9,164

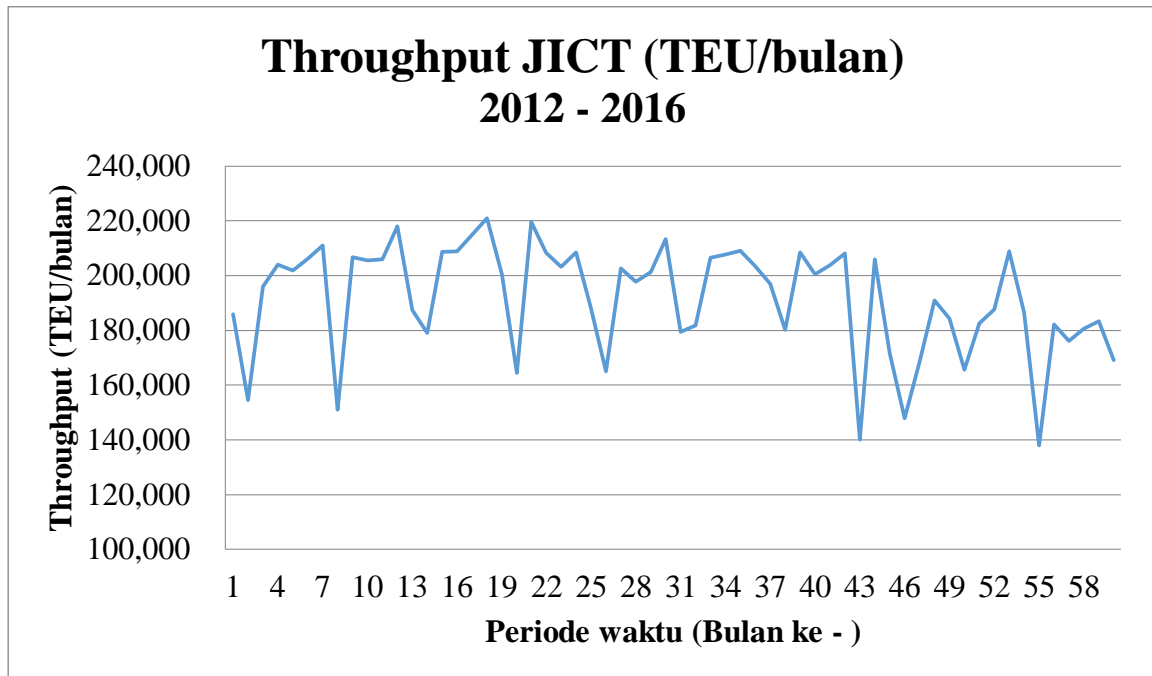
### c. Peramalan

Pada penelitian ini, peramalan digunakan untuk memperkirakan jumlah kontainer yang harus ditangani di Common Gate. Pada penelitian ini, Common Gate hanya difokuskan untuk melayani terminal NPCT1 saja.

### 1. *Seasonal Index* dari *Throughput JICT* (TEU)

Peramalan yang digunakan dalam penelitian menggunakan *seasonal index* sehingga dapat dilihat naik turunnya jumlah kontainer per bulan dalam tiap tahun.

NPCT1 dibangun pada tahun 2016, sehingga tidak memiliki data yang cukup akurat untuk dilihat variasi naik turunnya kontainer per bulan. *Throughput JICT* 2012-2016 yang merupakan pelabuhan kompetitor NPCT1 digunakan untuk mencari *seasonal index*.



Gambar 5. 30 Throughput JICT

Gambar diatas adalah *throughput JICT* 2012-2016. Sumbu y adalah *throughput* dalam satuan TEU/bulan, sedangkan sumbu x adalah t yaitu periode waktu dalam satuan bulan dari tahun 2012-2016.

Dari data *throughput JICT* 2012-2016, didapat persamaan linear sebagai berikut.

$$y = -386.951 x + 203,378$$

Dari persamaan tersebut, dihitung kembali *throughput* dari awal periode hingga akhir periode. Lalu, dibuat rasio *throughput* asli dan *throughput* dari persamaan.

Tabel 5. 17 Rasio *throughput* asli JICT dan *throughput linear*

Throughput (TEUs)

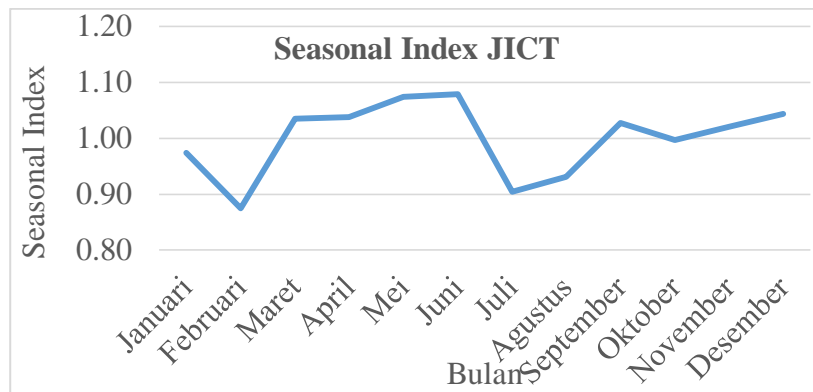
Tahun	Bulan	t	yt	y linear	Rasio yt/y linear
2012	1	1	185,897	202,991	0.9
	2	2	154,518	202,604	0.8
	3	3	196,078	202,217	1.0
	4	4	204,020	201,830	1.0
	5	5	201,894	201,443	1.0
	6	6	206,216	201,056	1.0
	7	7	210,957	200,669	1.1
	8	8	151,032	200,282	0.8
	9	9	206,772	199,896	1.0
	10	10	205,535	199,509	1.0
	11	11	205,954	199,122	1.0
	12	12	218,020	198,735	1.1

Kemudian, karena *seasonal index* yang digunakan menggunakan jangka waktu per bulan, maka dibuat rata-rata rasio *throughput* asli dan *throughput* dari persamaan. Rata-rata tersebut merupakan *seasonal index*.

Tabel 5. 18 *Seasonal Index*

Bulan		2012	2013	2014	2015	2016	Average	Index	Peak	
1	Januari	0.92	0.95	0.97	1.04	1.00	0.97	0.97	9	
2	Februari	0.76	0.90	0.85	0.96	0.90	0.88	0.88	12	
3	Maret	0.97	1.06	1.05	1.11	0.99	1.04	1.04	5	
4	April	1.01	1.06	1.03	1.07	1.02	1.04	1.04	4	
5	Mei	1.00	1.09	1.05	1.09	1.14	1.07	1.07	2	
6	Juni	1.03	1.12	1.11	1.11	1.02	1.08	1.08	1	Lebaran
7	Juli	1.05	1.02	0.94	0.75	0.76	0.90	0.90	11	
8	Agustus	0.75	0.84	0.95	1.10	1.00	0.93	0.93	10	
9	September	1.03	1.12	1.08	0.92	0.97	1.03	1.03	6	
10	Oktober	1.03	1.07	1.09	0.80	1.00	1.00	1.00	8	
11	November	1.03	1.04	1.10	0.91	1.02	1.02	1.02	7	
12	Desember	1.10	1.07	1.07	1.03	0.94	1.04	1.04	3	Tahun baru

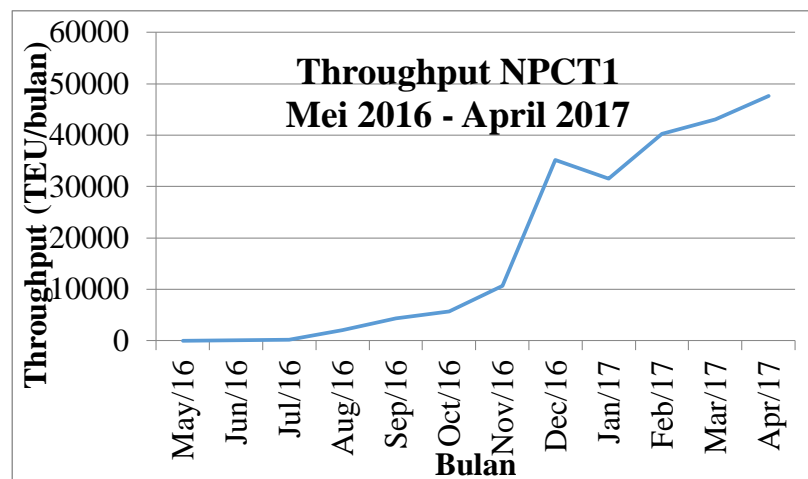
Dapat dilihat dari grafik *seasonal index* dibawah, puncak *throughput* per bulan yang paling tinggi ada pada bulan Juni dan bulan Desember.



Gambar 5. 31 Seasonal Index JICT

## 2. Peramalan *Throughput* NPCT1 (TEU)

*Throughput* NPCT1 yang digunakan adalah data historis bulan Mei 2016 – April 2017 (dapat dilihat di lampiran). Dari data historis tersebut, dapat dibuat persamaan *linear* sebagai berikut.



Gambar 5. 32 Data historis throughput NPCT1 (TEU)

$$Y = 5.019,9x + -14.225,5$$

Peramalan dimulai dengan mencari *throughput* menggunakan persamaan *linear* sesuai dengan periode waktu. Kemudian, *throughput* dari persamaan tersebut dibagi dengan *seasonal index* per bulannya. Lalu, didapat *throughput* dengan peramalan menggunakan

*seasonal index*. *Throughput* per bulan dijumlah dalam 1 tahun, sehingga didapat *throughput* per tahun.

Pada tahun 2017, peramalan *throughput* per tahun dengan *seasonal index* adalah 716.303 TEU. Pada tahun 2017, peramalan ini memiliki selisih sebesar 16.303 TEU atau 2.3% dengan prakiraan *throughput* yang diberikan NPCT1 ke Common Gate PT.IPC TPK yaitu sebesar 700.000 TEU.

Tabel 5. 19 Verifikasi peramalan *throughput* NPCT1 tahun 2017

Peramalan *throughput* NPCT1 2017

Data	Perhitungan		Selisih		Persentase error
700,000	716.303	TEU	16.303	TEU	2.3%

Peramalan NPCT1 2017 menggunakan *seasonal index* kemudian dikali dengan nilai koreksi sehingga didapat *throughput* untuk tahun 2020 sebesar 1.500.000 TEU. Berikut adalah nilai koreksi untuk masing-masing tahun.

Tabel 5. 20 Nilai koreksi per tahun

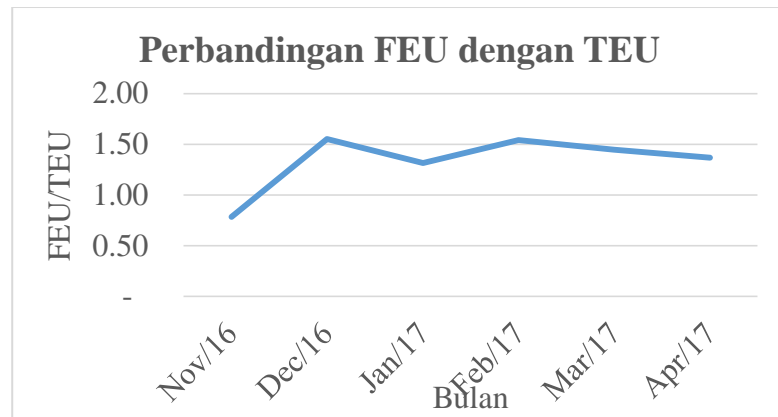
Tahun	Nilai koreksi
2016	1
2017	1
2018	0.68
2019	0.58
2020	0.52

Koreksi dilakukan karena pada tahun 2020, NPCT2 dan NPCT3 sudah dioperasikan. Sehingga, diasumsikan bahwa NPCT1 sudah mencapai kapasitas maksimum terminal.

### 3. Konversi *Throughput* NPCT1 dari TEU ke kontainer

Peramalan NPCT1 dengan *seasonal index* menggunakan satuan TEU. Maka itu, peramalan tersebut harus dikonversi menjadi satuan kontainer. Konversi ini menggunakan data historis *throughput* NPCT1 untuk mengetahui tren ukuran kontainer.

Pada penelitian ini, dibuat perbandingan antara kontainer 40' dengan kontainer 20' dari bulan November 2016 - April 2017. Rata-rata perbandingan kontainer 40' dengan kontainer 20' adalah 1.33.



Gambar 5. 33 Perbandingan FEU dengan TEU

Dari grafik diatas, perbandingan tersebut di rata-rata, sehingga angkanya dapat diolah untuk perhitungan perbandingan kontainer 20' dan kontainer 40' terhadap throughput.

Tabel 5. 21 Rata-rata perbandingan FEU/TEU

	TEU	FEU
Rata2 perbandingan FEU/TEU	1	1.33

Dari rata-rata diatas, berikut adalah persamaan untuk mencari hubungan antara kontainer 20' dengan *throughput* (TEU).

$$a + 1,33 b = c$$

$$a + 2,66 a = c$$

$$3,66 a = c$$

$$a = \frac{c}{3,66}$$

Berikut adalah persamaan untuk mencari hubungan antara kontainer 40' dengan *throughput* (TEU).

$$\frac{a}{b} = \frac{1}{1,33}$$

$$b = 1,33 a$$

$$b = 1,33 \times \frac{c}{3,66}$$

$$b = \frac{1,33}{3,66} c$$

Keterangan:

a = TEU atau kontainer 20'

b = FEU atau kontainer 40' dan kontainer 45'

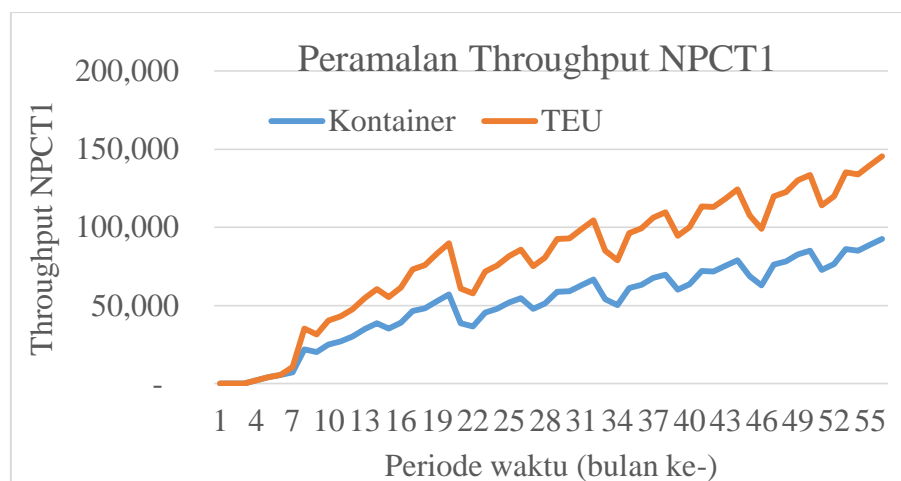
c = *Throughput* (TEU)

1 FEU = 2 TEU

b = 2 a

#### 4. Peramalan *Throughput* NPCT1 (Kontainer)

Berikut adalah hasil peramalan *throughput* NPCT1 yang akan digunakan di penelitian untuk mengetahui jumlah kontainer yang harus ditangani di Common Gate. Sumbu x adalah periode waktu, dalam penelitian ini adalah dalam satuan bulan dimulai dari Mei 2016 sebagai  $t_1$  hingga Desember 2020 sebagai  $t_{56}$ .



Berikut adalah rekapitulasi *throughput* per tahun dalam satuan TEU dan kontainer.

Tabel 5. 22 Rekapitulasi *throughput* per tahun

Tahun	Throughput	
	TEU	Kontainer
2016	58,336	41,775
2017	716,303	454,985
2018	977,535	622,311
2019	1,238,768	788,614
2020	1,500,000	954,918



#### **d. Perhitungan Kontainer**

##### **1. Rate dan Level Throughput (Kontainer)**

*Throughput* digunakan sebagai ilustrasi kontainer yang akan ditangani, dengan satuan kontainer. *Throughput* hasil peramalan merupakan *throughput* per bulan. Untuk menjadikannya per hari, maka dibagi jumlah hari dalam sebulan yaitu 30 hari.

$$\text{Throughput per hari (kontainer/hari)} = \frac{\text{Throughput per bulan (kontainer/bulan)}}{30 \text{ (hari/bulan)}}$$

*Throughput* per hari ini dipecah berdasarkan persentase kontainer ekspor dan kontainer impor yaitu 60% dan 40%. Berikut persamaan untuk *rate* kontainer ekspor.

Rate kontainer ekspor = Throughput per hari x persentase kontainer ekspor

$$\text{Rate kontainer ekspor (kontainer/hari)} = \text{Throughput per hari} \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{hari}} \right) \times 60\%$$

Sedangkan berikut untuk *rate* kontainer impor.

Rate kontainer impor = Throughput per hari x persentase kontainer impor

$$\text{Rate kontainer impor (kontainer/hari)} = \text{Throughput per hari} \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{hari}} \right) \times 40\%$$

Dari *rate* tersebut, didapat *level* kontainer per bulan. *Level* merupakan akumulasi *rate* dalam periode waktu yang tertentu. *Level* ini memiliki satuan kontainer.

$$\text{Level kontainer ekspor (kontainer)} = \int \text{Rate kontainer ekspor} \cdot dt \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{hari}} \right)$$

$$\text{Level kontainer impor (kontainer)} = \int \text{Rate kontainer impor} \cdot dt \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{hari}} \right)$$

##### **2. Rate dan Level Gate In Common Gate (Kontainer)**

*Gate In* memiliki produktivitas yang berbeda-beda untuk setiap tingkat otomasi. Berikut adalah persamaan produktivitas Gate.

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Gate per lajur per jam (kontainer/lajur x jam)} \\ = \text{Durasi penanganan kontainer (menit)} / 1 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \text{Produktivitas Gate per hari } \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{hari}} \right) \\ &= \text{Produktivitas Gate per lajur per jam } \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{lajur}} \times \text{jam} \right) \times \text{Jumlah lajur (lajur)} \\ & \text{jam kerja per hari } \left( \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \right) \end{aligned}$$

Setelah didapat produktivitas *Gate In*, maka produktivitas tersebut menjadi batasan *rate Gate In*. Batasan *rate* disebut dengan kapasitas *Gate In*. Sedangkan, *rate Gate In* sesungguhnya adalah jumlah kontainer yang masuk dari peramalan *throughput* yang dibatasi oleh kapasitas *Gate In* atau produktivitas maksimum per hari.

Rate Gate In Ekspor = Rate kontainer ekspor;

jika *rate* kontainer ekspor  $\leq$  produktivitas *Gate In*

dan

Rate Gate In Ekspor = Produktivitas Gate In per hari;

jika *rate* kontainer ekspor  $>$  produktivitas *Gate In*

Dari *rate* tersebut, maka didapat Level *Gate In* Common Gate.

$$\text{Level Gate In ekspor(kontainer)} = \int \text{Rate Gate In ekspor} . dt \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{hari}} \right)$$

Demikian pula untuk *rate* impor dan *level* impor.

### 3. **Rate dan Level Terminal (Kontainer)**

Setiap terminal memiliki batasan *throughput* maksimum yang telah ditetapkan. Penelitian ini berfokus di bagian Gate dan tidak berfokus terhadap komponen pembentuk produktivitas di terminal. Sehingga, batasan *rate* Terminal adalah *throughput* maksimum terminal per tahun yang dijadikan *throughput* maksimum terminal per hari.

*Throughput* maksimum NPCT1 adalah 1.500.000 TEU/tahun. *Throughput* tersebut dikonversikan menjadi kontainer/tahun seperti yang dijelaskan pada sub bab Konversi *Throughput* NPCT1 dari TEU ke kontainer.

*Throughput* maksimal = 1.500.000 TEU/tahun

$$a = \frac{c}{3,66}$$

$$b = \frac{1,33}{3,66} c$$

Keterangan:

a = kontainer 20'

b = kontainer 40'

c = *throughput* (TEU)

Sehingga, didapat persamaan sebagai berikut.

$$\frac{c}{3,66} + \frac{1,33}{3,66} c = 1.500.000$$

Maka, didapat *throughput* per tahun sebesar 954.918 kontainer/tahun.

Produktivitas maksimum ekspor dan impor terminal adalah sebagai berikut.

Produktivitas maksimum ekspor terminal  $\left(\frac{\text{kontainer}}{\text{tahun}}\right) =$   
throughput maksimum  $\left(\frac{\text{kontainer}}{\text{tahun}}\right) \times \text{persentase kontainer ekspor}(\%)$

$$\text{Produktivitas maksimum ekspor terminal} = 954.918 \frac{\text{kontainer}}{\text{tahun}} \times 60\%$$

$$\text{Produktivitas maksimum ekspor terminal} = 572.951 \frac{\text{kontainer}}{\text{tahun}} = 1.569 \frac{\text{kontainer}}{\text{hari}}$$

Setelah didapat produktivitas maksimum ekspor terminal, maka produktivitas tersebut menjadi batasan *rate* Terminal. Batasan *rate* disebut dengan kapasitas terminal. Sedangkan, *rate* Terminal sesungguhnya adalah jumlah kontainer yang masuk dari *Gate In* yang dibatasi oleh kapasitas terminal atau produktivitas maksimum terminal per hari.

Rate Terminal = Rate Gate In;

jika *rate* terminal  $\leq$  *rate Gate In*

dan

Rate Terminal = Produktivitas maksimum terminal;

jika *rate* terminal  $>$  produktivitas maksimum terminal

Dari rate tersebut, maka didapat Level *Gate In* Common Gate.

$$\text{Level Terminal (kontainer)} = \int \text{Rate Terminal} \cdot dt \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{hari}} \right)$$

Demikian pula untuk *rate* impor dan *level* impor.

#### 4. **Rate dan Level Gate Out (Kontainer)**

*Gate Out* memiliki produktivitas yang berbeda-beda untuk setiap tingkat otomasi. Berikut adalah persamaan produktivitas Gate.

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Gate per lajur per jam} & \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{lajur}} \times \text{jam} \right) \\ &= 1 \text{ jam} \div \text{Durasi penanganan kontainer (menit)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas Gate per hari} & \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{hari}} \right) \\ &= \text{Produktivitas Gate per lajur per jam} \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{lajur}} \times \text{jam} \right) \times \text{Jumlah lajur (lajur)} \times \\ & \text{jam kerja per hari} \left( \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \right) \end{aligned}$$

Setelah didapat produktivitas *Gate Out*, maka produktivitas tersebut menjadi batasan *rate Gate Out*. Batasan *rate* disebut dengan kapasitas *Gate Out*. Sedangkan, *rate Gate Out* sesungguhnya adalah jumlah kontainer yang masuk dari peramalan *throughput* yang dibatasi oleh kapasitas *Gate Out* atau produktivitas maksimum per hari.

Rate Gate Out Ekspor = Rate terminal ekspor;

jika *rate* kontainer ekspor  $\leq$  *rate* terminal ekspor

dan

Rate Gate Out Ekspor = Produktivitas Gate Out per hari;

jika *rate Gate Out* ekspor  $>$  produktivitas *Gate Out*

Dari rate tersebut, maka didapat Level *Gate In* Common Gate.

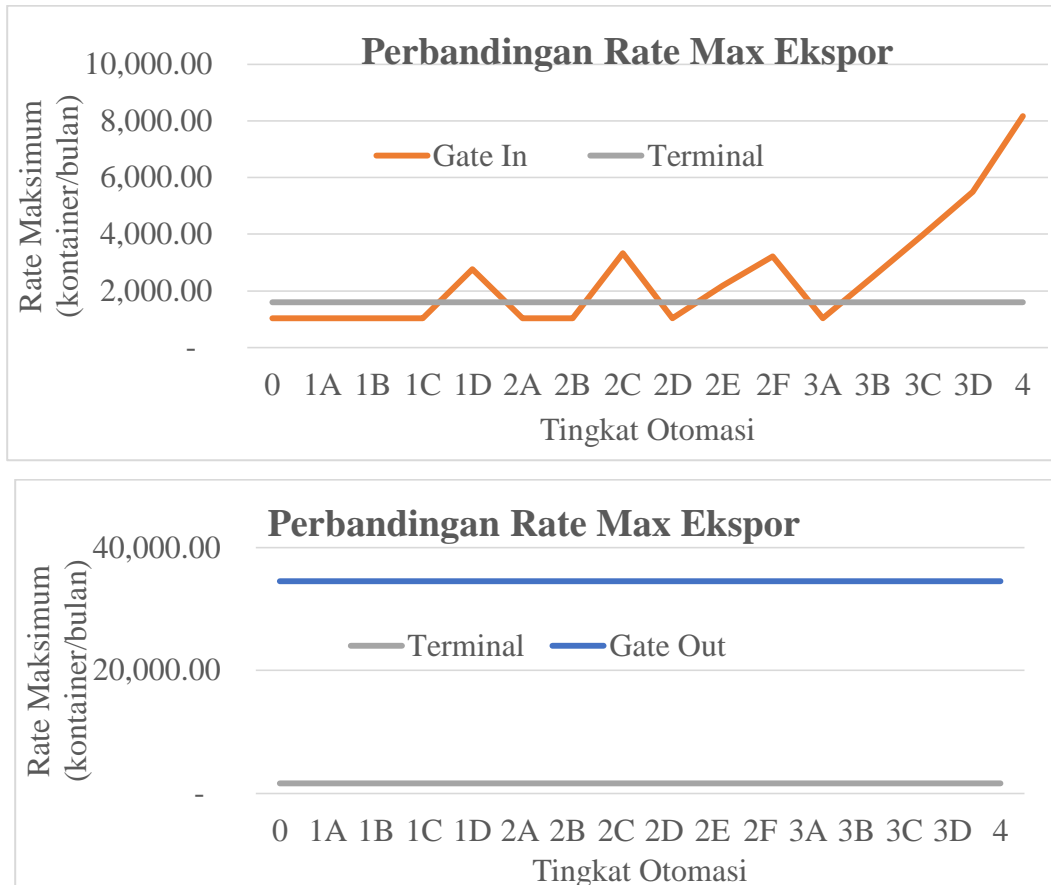
$$\text{Level Gate Out ekspor(kontainer)} = \int \text{Rate Gate Out ekspor} \cdot dt \left( \frac{\text{kontainer}}{\text{hari}} \right)$$

Demikian pula untuk *rate* impor dan *level* impor.

## 5. *Sensitivitas Rate dan Level menurut Tingkat Otomasi*

### a. Sensitivitas *rate* maksimum ekspor

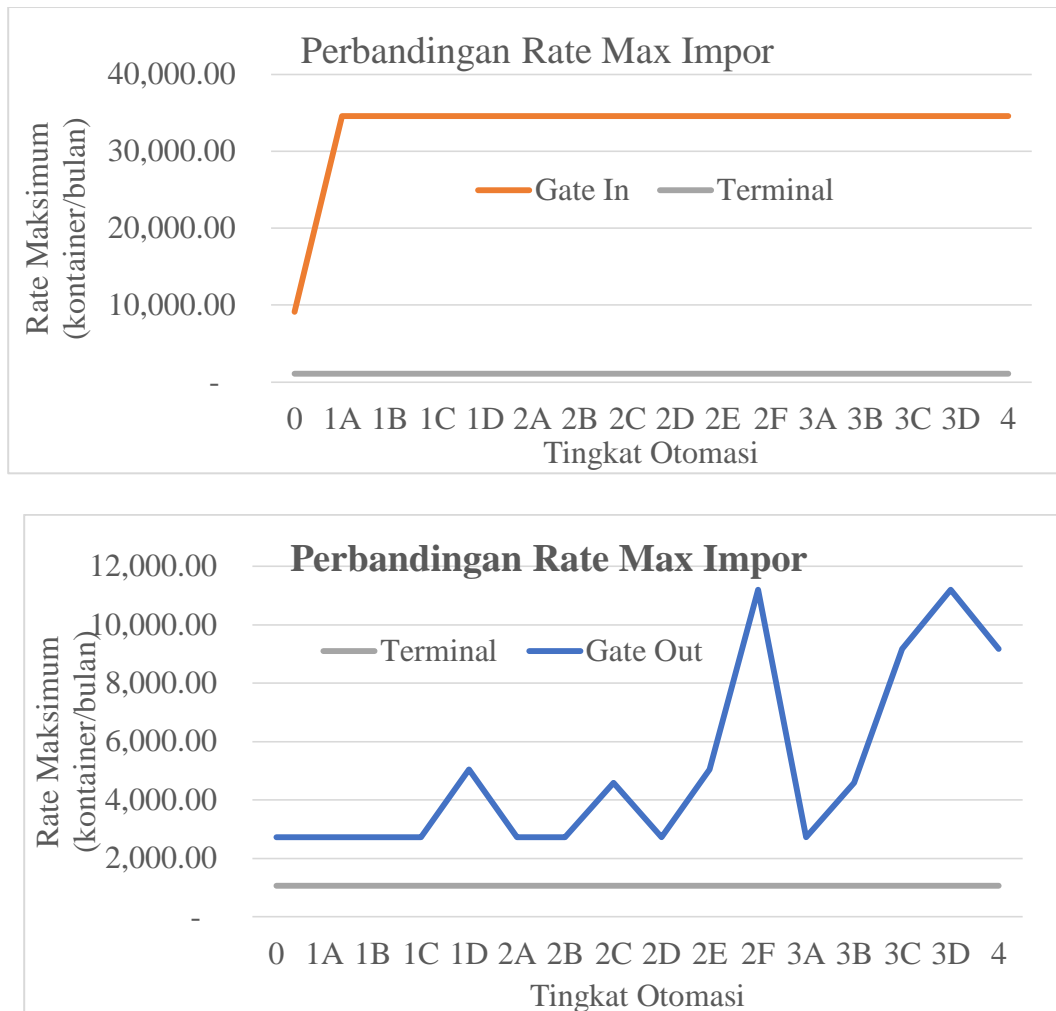
*Rate* maksimum ekspor pada *Gate In* bervariasi, yaitu ada yang dibawah *rate* maksimum terminal hingga diatas *rate* maksimum terminal. Sedangkan *rate* maksimum *Gate Out* seluruhnya diatas *rate* maksimum terminal.



Gambar 5. 34Sensitivitas rate max ekspor

### b. Sensitivitas *rate* maksimum impor

*Rate* maksimum impor pada *Gate In* maupun *Gate Out* berada diatas *rate* terminal.



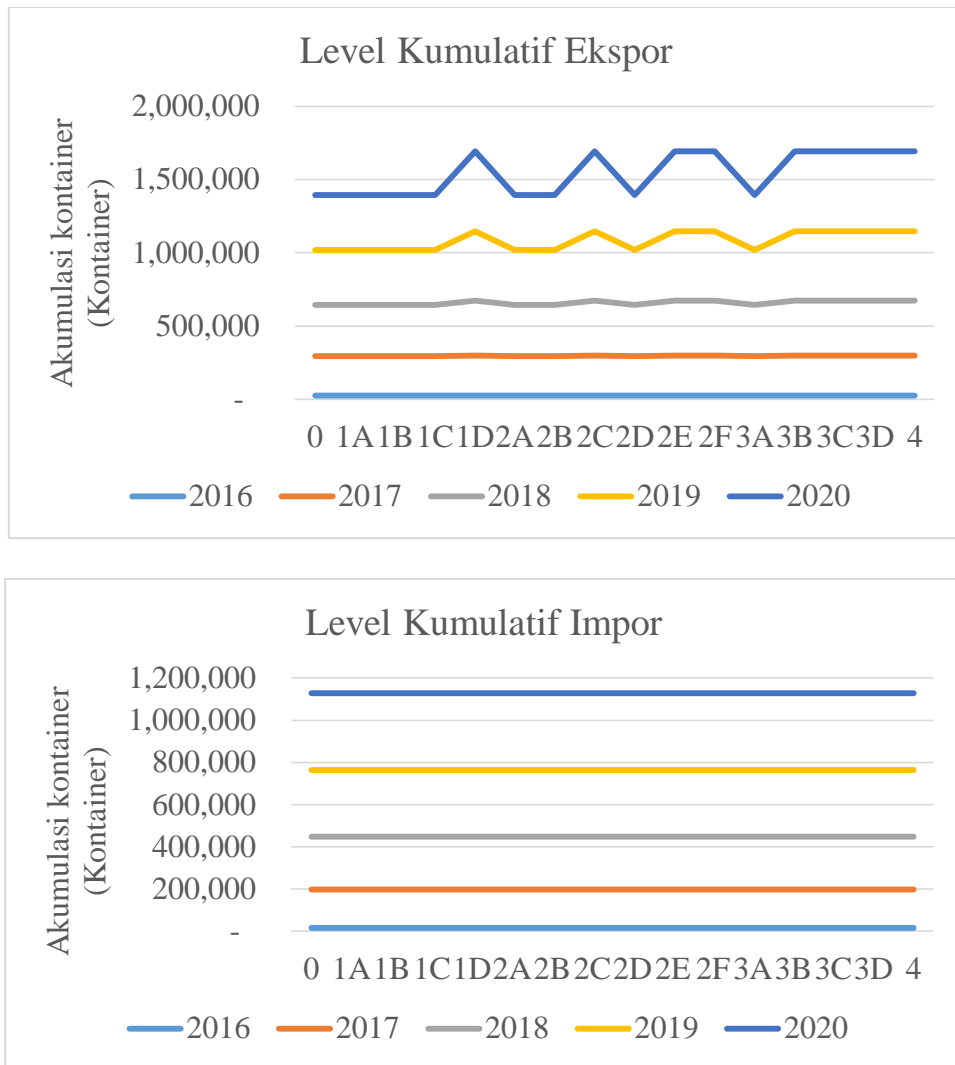
Gambar 5. 35 Sensitivitas Rate Max Impor

c. Sensitivitas *level* kumulatif (2016-2020)

Berikut adalah sensitivitas *level* kumulatif ekspor (2016-2020). Dapat dilihat pada grafik dibawah bahwa pada tahun 2016 dan 2017, belum ada perbedaan yang signifikan untuk selisih kontainer sesuai dengan tingkat otomasi. Namun pada tahun 2018 hingga 2020, mulai terlihat perbedaan yang signifikan.

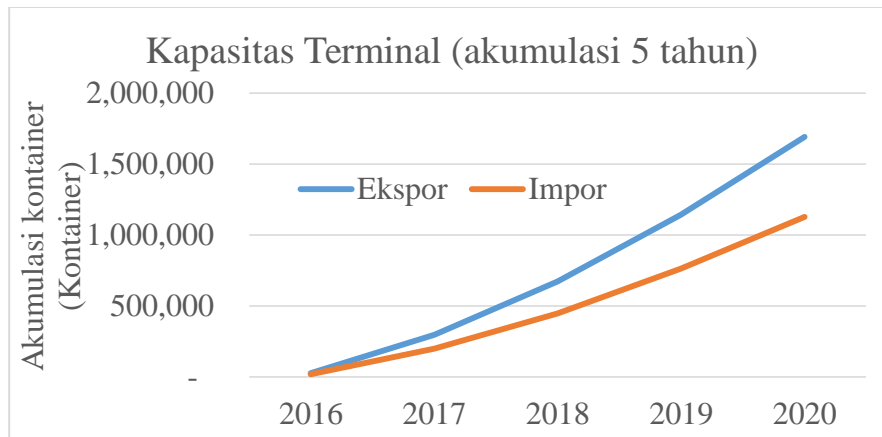
*Level* yang dimaksud pada grafik dibawah adalah level paling rendah dari seluruh rangkaian subsistem pada sistem *Gate Automation*, yaitu *Gate In*, Terminal, dan *Gate Out*. Sehingga, pada *level* dibawah ini, yang digunakan adalah *level* pada *Gate Out* Common Gate.

Pada kontainer ekspor, ada variasi naik turunnya *level* karena *rate*-nya ada yang diatas kapasitas terminal dan dibawah terminal. Namun, pada kontainer impor, semua sama karena *rate*-nya diatas kapasitas terminal sehingga yang menjadi batasan hanya kapasitas terminal.



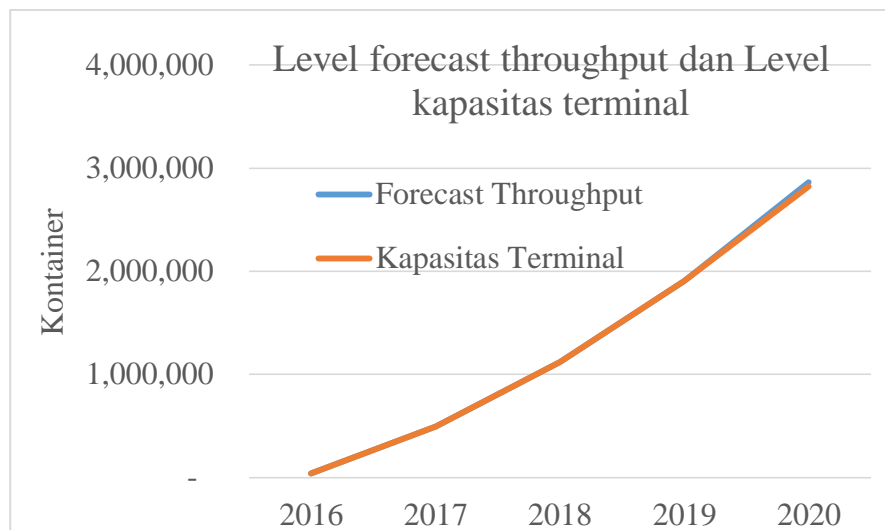
Gambar 5. 36 Level Kumulatif atau akumulasi kontainer 2016-2020

Pada grafik diatas, terlihat pola batas atas dan batas bawah pada setiap tahun untuk setiap tingkat otomasi. Hal ini dikarenakan adanya batasan kapasitas terminal yang jika diakumulasi selama periode waktu yang sama akan menjadi sebagai berikut untuk ekspor dan impor.



Gambar 5. 37 Kapasitas Terminal (Akumulasi 5 tahun)

Sedangkan, berikut adalah ilustrasi adanya perbedaan antara jumlah kontainer yang akan masuk ke pelabuhan yang didapat dari peramalan *throughput* dan kapasitas terminal.

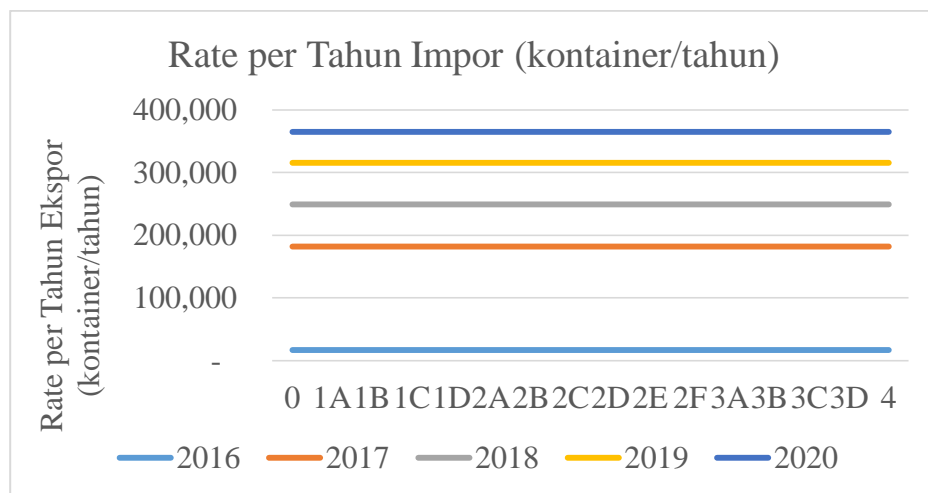
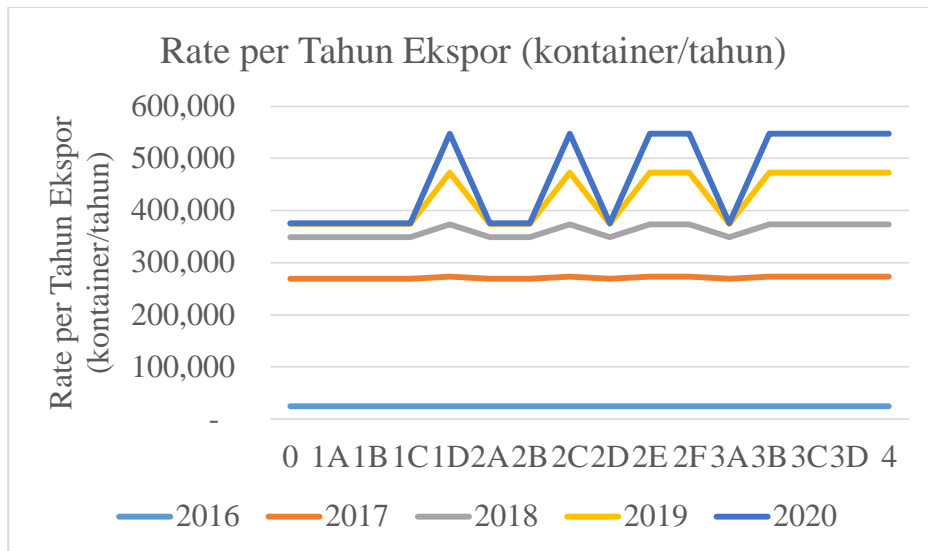


Gambar 5. 38 Perbandingan forecast throughput dan kapasitas terminal (akumulasi 5 tahun)

b. Sensitivitas *level* per tahun

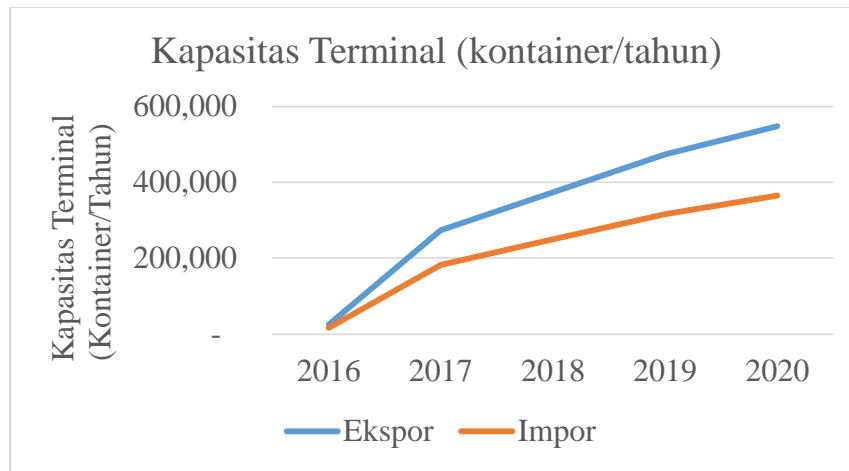
Dari akumulasi kontainer di *level* kumulatif (2016-2020), jika *level* kumulatif di segmentasi menjadi per tahun maka akan menjadi *rate* per tahun. Pada kontainer ekspor, ada variasi naik turunnya *level* karena *rate*-nya ada yang diatas kapasitas terminal dan dibawah terminal. Namun, pada kontainer impor, semua sama karena *rate*-nya diatas kapasitas terminal sehingga yang menjadi batasan hanya kapasitas terminal. Berikut adalah rate per tahun untuk ekspor dan impor.





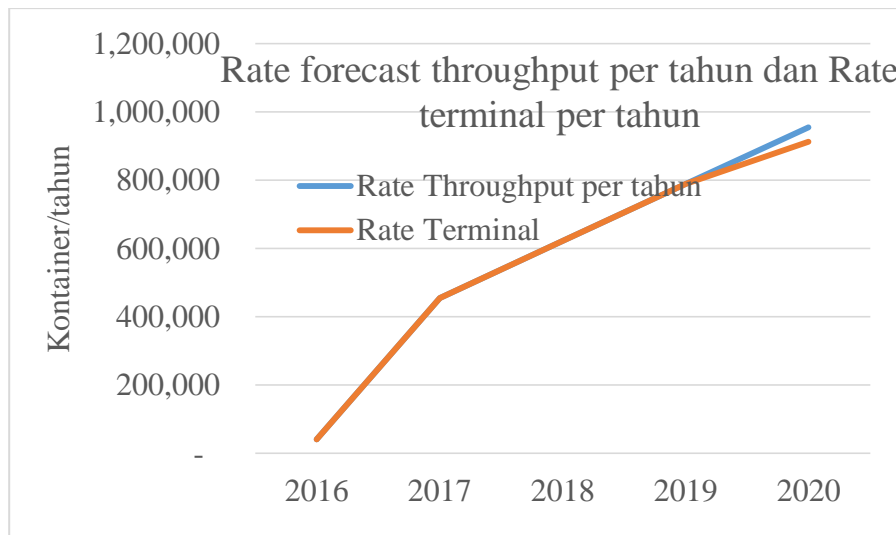
Gambar 5. 39 Rate per Tahun ekspor dan impor

Pada grafik diatas, terlihat pola batas atas dan batas bawah pada setiap tahun untuk setiap tingkat otomasi. Hal ini dikarenakan adanya batasan kapasitas terminal yang dapat dilihat seperti grafik dibawah ini.



Gambar 5. 40 Kapasitas terminal (kontainer/tahun)

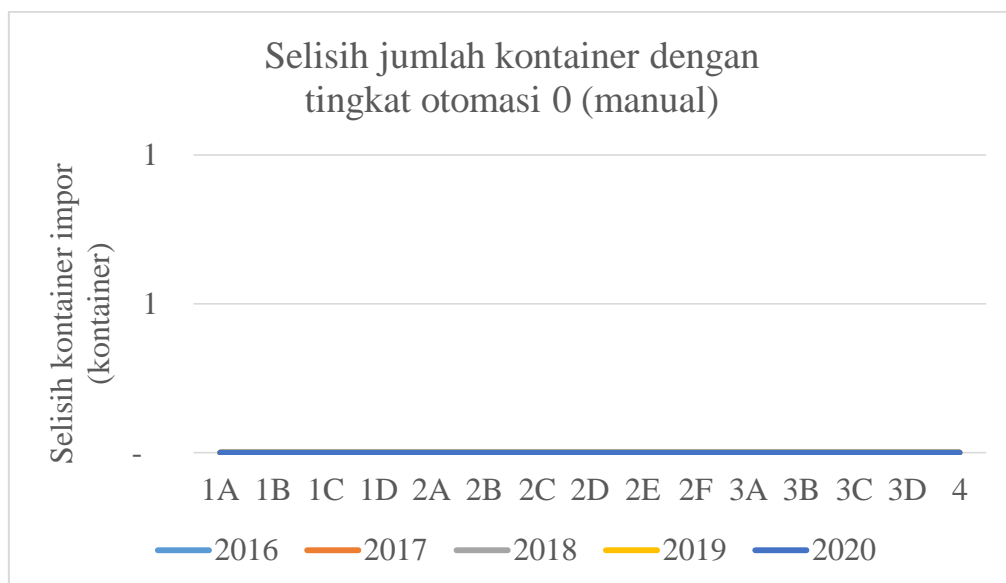
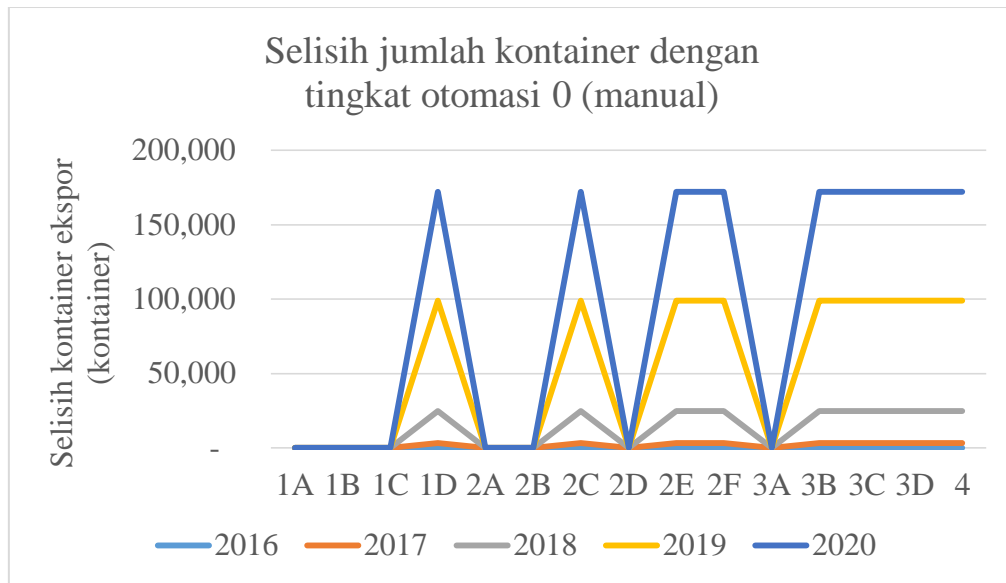
Sedangkan, berikut adalah ilustrasi adanya perbedaan antara *rate* kontainer yang akan masuk ke pelabuhan yang didapat dari peramalan *throughput* dan *rate* kontainer yang bisa dilayani di terminal.



Gambar 5. 41 Perbandingan rate throughput dan rate terminal

- c. Sensitivitas selisih kontainer sesuai tingkat otomasi dibandingkan tingkat otomasi 0 (manual)

Produktivitas yang berbeda pada setiap tingkat otomasi menyebabkan adanya perbedaan pada hasil akhir yaitu jumlah kontainer di setiap periodenya. Berikut adalah selisih kontainer sesuai tingkat otomasi dibandingkan tingkat otomasi 0.



Gambar 5. 421Selisih jumlah kontainer dengan tingkat otomasi 0

Dari selisih jumlah kontainer diatas, dapat dicari selisih jumlah kontainer 20' dan kontainer 40' menggunakan perbandingan kontainer 20' dan kontainer 40'. Selisih kontainer ini akan kemudian menjadi manfaat pada analisis biaya manfaat jika selisih kontainernya adalah positif dan menjadi kerugian jika selisih kontainernya adalah negatif.

### **ANALISIS BIAYA MANFAAT**

Analisis biaya manfaat adalah analisis untuk menentukan baik atau buruknya suatu investasi berdasarkan biaya yang dikeluarkan dan manfaat yang didapat. Komponen analisis biaya manfaat pada penelitian ini adalah biaya *Gate Automation* berdasarkan tingkat otomasi, biaya saat ini (tingkat otomasi manual), dan manfaat.

## **1. Biaya *Gate Automation***

### **a. Biaya pengadaan *Gate Automation*/biaya kapital**

Biaya kapital merupakan biaya yang dikeluarkan di awal periode untuk mendanai suatu investasi. Pada penelitian ini, biaya kapital digunakan untuk mendanai *Gate Automation* sesuai tingkat otomasinya.

Komponen biaya kapital adalah sebagai berikut.

1. Infrastruktur sistem.
  - Biaya *server*
  - Biaya *network device*
  - Jasa instalasi
  - Lisensi *database*
  - *Operating System*
2. Sistem Autogate.
  - *System analyst*
  - *Business analyst*
  - *Software/programmer*
  - *Database administrator*
  - *Technical writer*
3. Pengadaan peralatan ruang kontrol.
  - Komputer
  - TV/Monitor komputer 22"
  - UPS
  - Jasa instalasi
4. KIOSK/*Enclosure*.
5. Lampu merah.
6. LiDAR.
7. Sensor Axle.
8. OCR.
9. Sistem Custom Module.
  - *System analyst*
  - *Business analyst*
  - *Software/programmer*

- *Database administrator*
- *Technical writer*

Asumsi umur ekonomis berdasarkan intensitas komponen tersebut dengan kontak manusia. Komponen yang berbentuk perangkat keras memiliki umur ekonomis yang lebih rendah dibandingkan perangkat lunak.

Berikut adalah contoh perhitungan yang digunakan untuk menghitung salah satu komponen biaya kapital.

Tabel 5. 23 Contoh perhitungan biaya modal untuk Infrastruktur sistem

Keterangan	Jml	Biaya	Penggunaan	Total	Satuan	Total
<b>BIAYA MODAL</b>						
<b>Infrastruktur Sistem</b>						
- Biaya server	1	Rp50,000,000	1	kali	p50,000,000	/5 Tahun
- Biaya network device	1	Rp12,000,000	1	kali	Rp12,000,000	/5 Tahun
- Jasa Instalasi	1	Rp1,000,000	1	kali	Rp1,000,000	/5 Tahun
- Lisensi Database (Contoh: Oracle)	1	Rp10,900,000	1	kali	Rp10,900,000	/5 Tahun
- Operating System	1	Rp7,800,000	1	kali	Rp7,800,000	/5 Tahun
<b>SDM Infrastruktur Sistem</b>						
- Gaji network engineer	1	Rp6,000,000	3	bulan	Rp18,000,000	/5 Tahun
						Rp 99,700,000

Meskipun biaya yang dikeluarkan hanya sekali di awal periode investasi, biaya tersebut didepresiasi sesuai umur ekonomis sehingga menjadi biaya depresiasi per tahun. Karena komponen-komponen biaya kapital memiliki umur ekonomis yang berbeda, maka depresiasi biaya kapital per tahun juga berbeda-beda.

$$\text{Depresiasi biaya kapital} = \frac{\text{Biaya kapital}}{\text{Umur ekonomis}}$$

Infrastruktur sistem memiliki biaya kapital Rp. 99.700.000/5 tahun atau depresiasi biaya kapital sebesar Rp. 19.940.000/tahun.

Berikut adalah rekapitulasi biaya pengadaan/kapital *Gate Automation*.

Tabel 5. 24 Rekapitulasi biaya pengadaan/kapital *Gate Automation*

Biaya Pengadaan/Kapital		Biaya	Satuan	Umur Ekonomis	Satuan	Depresiasi	Satuan
1	Infrastruktur sistem	Rp99,700,000	/5 Tahun	5	tahun	Rp19,940,000	/tahun
2	Sistem Autogate	Rp116,800,000	/8 Tahun	8	tahun	Rp14,600,000	/tahun
3	Pengadaan R. Kontrol	Rp51,500,000	/3 Tahun	3	tahun	Rp17,166,667	/tahun
4	KIOSK	Rp358,400,000	/3 Tahun	3	tahun	Rp119,466,667	/tahun
5	Lampu Merah	Rp53,600,000	/3 Tahun	3	tahun	Rp17,866,667	/tahun
6	LiDAR	Rp53,600,000	/3 Tahun	3	tahun	Rp17,866,667	/tahun
7	Sensor Axle	Rp8,000,000	/3 Tahun	3	tahun	Rp2,666,667	/tahun
8	OCR	Rp 154,400,000	/3 Tahun	3	tahun	Rp51,466,667	/tahun
9	Sistem Cust. Module	Rp116,800,000	/8 Tahun	8	tahun	Rp14,600,000	/tahun
Total biaya kapital		Rp1,012,800,000					

Biaya pengadaan/kapital *Gate Automation* berbeda-beda menurut tingkat otomasi, karena adanya perbedaan perangkat yang diinvestasikan.

Tabel 5. 25 Total biaya kapital

	Biaya Pengadaan/Kapital	SEMI OTOMATIS	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C
1	Infrastruktur sistem		99,700,000	99,700,000	99,700,000	99,700,000	99,700,000	99,700,000	99,700,000
2	Sistem Autogate		116,800,000	116,800,000	116,800,000	116,800,000	116,800,000	116,800,000	116,800,000
3	Pengadaan R. Kontrol		51,500,000	51,500,000	51,500,000	51,500,000	51,500,000	51,500,000	51,500,000
4	KIOSK		358,400,000	358,400,000	358,400,000	358,400,000	358,400,000	358,400,000	358,400,000
5	Lampu Merah		53,600,000	53,600,000	53,600,000	53,600,000	53,600,000	53,600,000	53,600,000
6	LiDAR		53,600,000				53,600,000		
7	Sensor Axle			8,000,000			8,000,000	8,000,000	
8	OCR				154,400,000			154,400,000	154,400,000
9	Sistem Cust. Module					116,800,000			116,800,000
	<b>Total biaya kapital</b>		<b>733,600,000</b>	<b>688,000,000</b>	<b>834,400,000</b>	<b>796,800,000</b>	<b>741,600,000</b>	<b>842,400,000</b>	<b>951,200,000</b>

2D	2E	2F	3A	3B	3C	3D	4
99,700,000	99,700,000	99,700,000	99,700,000	99,700,000	99,700,000	99,700,000	99,700,000
116,800,000	116,800,000	116,800,000	116,800,000	116,800,000	116,800,000	116,800,000	116,800,000
51,500,000	51,500,000	51,500,000	51,500,000	51,500,000	51,500,000	51,500,000	51,500,000
358,400,000	358,400,000	358,400,000	358,400,000	358,400,000	358,400,000	358,400,000	358,400,000
53,600,000	53,600,000	53,600,000	53,600,000	53,600,000	53,600,000	53,600,000	53,600,000
53,600,000		53,600,000	53,600,000		53,600,000	53,600,000	53,600,000
	8,000,000		8,000,000	8,000,000		8,000,000	8,000,000
154,400,000			154,400,000	154,400,000	154,400,000	-	154,400,000
	116,800,000	116,800,000		116,800,000	116,800,000	116,800,000	116,800,000
<b>888,000,000</b>	<b>804,800,000</b>	<b>850,400,000</b>	<b>896,000,000</b>	<b>959,200,000</b>	<b>1,004,800,000</b>	<b>858,400,000</b>	<b>1,012,800,000</b>

Biaya kapital kemudian didepresiasi sesuai umur ekonomisnya masing-masing sehingga didapat perbedaan depresiasi biaya kapital per tahun untuk setiap tingkat otomasi.

Tabel 5. 26 Depresiasi biaya kapital

	Depresiasi biaya kapital tahun ke- (Rp)						
	1	2	3	4	5	6	7
1A	.206,906,667	206,906,667	206,906,667	34,540,000	34,540,000	4,600,000	4,600,000
1B	191,706,667	191,706,667	191,706,667	34,540,000	34,540,000	14,600,000	14,600,000
1C	240,506,667	240,506,667	240,506,667	34,540,000	34,540,000	14,600,000	14,600,000
1D	203,640,000	203,640,000	203,640,000	49,140,000	49,140,000	29,200,000	29,200,000
2A	209,573,333	209,573,333	209,573,333	34,540,000	34,540,000	14,600,000	14,600,000
2B	243,173,333	243,173,333	243,173,333	34,540,000	34,540,000	14,600,000	14,600,000
2C	255,106,667	255,106,667	255,106,667	34,540,000	34,540,000	29,200,000	29,200,000
2D	258,373,333	258,373,333	258,373,333	49,140,000	49,140,000	14,600,000	14,600,000
2E	206,306,667	206,306,667	206,306,667	49,140,000	49,140,000	29,200,000	29,200,000
2F	221,506,667	221,506,667	221,506,667	49,140,000	49,140,000	29,200,000	29,200,000
3A	261,040,000	261,040,000	261,040,000	34,540,000	34,540,000	14,600,000	14,600,000
3B	257,773,333	257,773,333	257,773,333	49,140,000	49,140,000	29,200,000	29,200,000
3C	272,973,333	272,973,333	272,973,333	49,140,000	49,140,000	29,200,000	29,200,000
3D	224,173,333	224,173,333	224,173,333	49,140,000	49,140,000	29,200,000	29,200,000
4	275,640,000	275,640,000	275,640,000	49,140,000	49,140,000	29,200,000	29,200,000

#### b. Biaya operasional

Biaya operasional adalah biaya yang dikeluarkan untuk menjalankan suatu kegiatan. Pada penelitian ini, kegiatan yang dimaksud adalah *Gate Automation*.

Komponen biaya operasional adalah sebagai berikut.

1. Biaya operasional *Gate Automation*
  - Biaya operasional petugas kantor Common Gate  
4 orang petugas kantor Common Gate.
  - Biaya operasional petugas Post Gate  
3 petugas Post Gate (1 orang per shift).
2. Biaya operasional pegawai kantor PT. IPC TPK
  - Biaya operasional IT *Engineer*  
1 orang IT *Engineer*.

Berikut adalah contoh perhitungan biaya operasional tingkat otomasi 4.



Tabel 5. 27 Biaya Operasional tingkat otomasi 4

BIAYA OPERASIONAL								
10	B. Operasional <i>Gate Automation</i>	<b>Biaya Operasional <i>Gate Automation</i></b>						
		- Gaji petugas kantor CG (r. kontrol)	4	Rp 4,300,000	12	bulan	Rp 206,400,000	/Tahun
		- Gaji petugas Post Gate	3	Rp 4,300,000	12	bulan	Rp 154,800,000	/Tahun
11	B. Operasional pegawai kantor	<b>Biaya Operasional Pegawai Kantor IPC TPK</b>						
		- IT Engineer	1	Rp11,600,000	12	bulan	Rp 139,200,000	/Tahun
12	Biaya Maintenance	Maintenance Peralatan	1	Rp101,280,000	1	tahun	Rp 101,280,000	/Tahun
Total Biaya Operasional							Rp601,680,000	/Tahun

Sedangkan berikut adalah beberapa komponen biaya operasional yang berbeda-beda pada tiap tingkat otomasi.

3. Biaya *maintenance* peralatan *Gate Automation*

Biaya *maintenance* diasumsikan 10% biaya kapital tiap tingkat otomasi.

$$\text{Biaya maintenance} = 10\% \times \text{biaya kapital}$$

4. Biaya operasional petugas lapangan

- Biaya operasional *Gate Inspector*
- Biaya operasional *Gate Coordinator*
- Biaya operasional ketua *Gate Coordinator*

Berikut adalah rekapitulasi biaya operasional petugas lapangan sesuai tingkat otomasi. Perhitungan jumlah personalia akan dijelaskan kemudian.

Gaji *Gate Inspector* per bulan = Rp. 4.300.000/bulan

Per tahun = Rp. 51.600.000/tahun

Tabel 5. 28 Biaya Operasional *Gate Inspector*  
**Biaya Operasional *Gate Inspector***

	Biaya Operasional <i>Gate Inspector</i> per Tahun (Rp)				
	2016	2017	2018	2019	2020
0	Rp1,032,000,000	Rp1,651,200,000	Rp1,651,200,000	Rp1,857,600,000	Rp2,064,000,000
1A	Rp1,032,000,000	Rp1,651,200,000	Rp1,651,200,000	Rp1,857,600,000	Rp2,064,000,000
1B	Rp1,032,000,000	Rp1,651,200,000	Rp1,651,200,000	Rp1,857,600,000	Rp2,064,000,000
1C	Rp1,032,000,000	Rp1,651,200,000	Rp1,651,200,000	Rp1,857,600,000	Rp2,064,000,000
1D	Rp825,600,000	Rp1,032,000,000	Rp1,238,400,000	Rp1,651,200,000	Rp1,651,200,000
2A	Rp1,032,000,000	Rp1,651,200,000	Rp1,651,200,000	Rp1,857,600,000	Rp2,064,000,000
2B	Rp1,032,000,000	Rp1,651,200,000	Rp1,651,200,000	Rp1,857,600,000	Rp2,064,000,000
2C	Rp825,600,000	Rp1,032,000,000	Rp1,238,400,000	Rp1,651,200,000	Rp1,651,200,000
2D	Rp1,032,000,000	Rp1,651,200,000	Rp1,651,200,000	Rp1,857,600,000	Rp2,064,000,000
2E	Rp825,600,000	Rp1,032,000,000	Rp1,238,400,000	Rp1,651,200,000	Rp1,651,200,000
2F	Rp825,600,000	Rp1,032,000,000	Rp1,238,400,000	Rp1,444,800,000	Rp1,444,800,000
3A	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -
3B	Rp825,600,000	Rp1,032,000,000	Rp1,444,800,000	Rp1,651,200,000	Rp1,651,200,000
3C	Rp825,600,000	Rp1,032,000,000	Rp1,032,000,000	Rp1,238,400,000	Rp1,444,800,000
3D	Rp825,600,000	Rp825,600,000	Rp1,032,000,000	Rp1,032,000,000	Rp1,238,400,000
4	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -	Rp -

Gaji *gate coordinator* per bulan = Rp. 11.500.000/bulan

Per tahun = Rp. 138.600.000/tahun

Jumlah *gate coordinator* tetap yaitu 1 untuk setiap *group*. Biaya *gate coordinator* dari tahun ke-1 hingga tahun ke-5 tetap untuk 4 *gate coordinator*, yaitu Rp. 552.000.000 untuk seluruh tingkat otomasi, kecuali tingkat otomasi 3A dan 4 karena tidak memiliki *gate coordinator* sehingga biaya operasionalnya adalah Rp.0.

Gaji ketua *gate coordinator* per bulan = Rp. 22.900.000/bulan

Per tahun = Rp. 274.800.000/tahun

Jumlah ketua *gate coordinator* tetap yaitu 1. Biaya *gate coordinator* dari tahun ke-1 hingga tahun ke-5 tetap untuk 1 ketua *gate coordinator*, yaitu Rp. 274.800.000 untuk seluruh tingkat otomasi, kecuali tingkat otomasi 3A dan 4 karena tidak memiliki ketua *gate coordinator* sehingga biaya operasionalnya adalah Rp.0.

#### e. Perhitungan Personalia

Biaya operasional *Gate Inspector* berbeda-beda menurut tingkat otomasinya. Jumlah *Gate Inspector* adalah 1 orang per lajur yang memiliki kegiatan manual. Berikut adalah contoh perhitungan personalia.

Jumlah lajur *Gate In* yang dibutuhkan (lajur)

$$= \frac{\text{Throughput ekspor per hari (kontainer)}}{\text{Produktivitas ekspor Gate In per hari per lajur } \left(\frac{\text{kontainer}}{\text{hari x lajur}}\right)}$$

Produktivitas ekspor *Gate In* per hari per lajur  $\left(\frac{\text{kontainer}}{\text{hari x lajur}}\right)$

$$= \text{Produktivitas ekspor Gate In per jam per lajur } \left(\frac{\text{kontainer}}{\text{jam x lajur}}\right) \times \text{jam kerja per hari } \left(\frac{\text{jam}}{\text{hari}}\right)$$

Dengan batasan lajur maksimum 4 lajur untuk *Gate In* ekspor.

Sehingga, jika

Jumlah lajur *Gate In* yang dibutuhkan (lajur) > 4 (lajur)

Maka

Jumlah lajur *Gate In* yang dibutuhkan (lajur) = 4 (lajur)

Kemudian dicari jumlah lajur *Gate In* ekspor, jumlah lajur *Gate In* impor, jumlah lajur *Gate Out* ekspor, jumlah lajur *Gate Out* impor.

Setiap lajur yang memiliki kegiatan manual memiliki *Gate Inspector*, maka jumlah *Gate Inspector* adalah sebagai berikut.

Jumlah *Gate Inspector* = Jumlah lajur yang dibutuhkan

Kemudian Jumlah *Gate Inspector* di total. Total *Gate Inspector* tersebut adalah jumlah *Gate Inspector* pada satu *shift* kerja atau di satu *group* yang sama. Dalam satu hari, ada 3 *shift* kerja dan 4 *group Gate Inspector*. *Group* adalah kumpulan dari *Gate Inspector* yang bekerja di *shift* yang sama.

Sehingga jumlah *Gate Inspector* pada satu tahun adalah sebagai berikut.

Jumlah *Gate Inspector* per tahun = Jumlah *Gate Inspector* x Jumlah *group*

Jumlah *Gate Inspector* per tahun = Jumlah *Gate Inspector* x 4

Berikut adalah rekapitulasi jumlah *Gate Inspector* per tahun untuk berbagai tingkat otomasi.

Tabel 5. 29 Jumlah *Gate Inspector*

<i>Gate Inspector</i>																
TAHUN	0	1A	1B	1C	1D	2A	2B	2C	2D	2E	2F	3A	3B	3C	3D	4
2016	20	20	20	20	16	20	20	16	20	16	16	0	16	16	16	0
2017	32	32	32	32	20	32	32	20	32	20	20	0	20	20	16	0
2018	32	32	32	32	24	32	32	28	32	28	24	0	28	20	20	0
2019	36	36	36	36	32	36	36	32	36	32	28	0	32	24	20	0
2020	40	40	40	40	32	40	40	32	40	32	28	0	32	28	24	0

Dapat dilihat pada tingkat otomasi 3A dan tingkat otomasi 4 bahwa jumlah *Gate Inspector* adalah 0. Hal ini dikarenakan pada tingkat otomasi 3A, komponen yang tidak ada adalah Custom Module. Berarti, supir melakukan kegiatan manual untuk memberikan dokumen ke pihak Bea Cukai tanpa bantuan *Gate Inspector*. Sedangkan pada tingkat otomasi 4, sudah tidak ada proses manual sehingga tidak membutuhkan *Gate Inspector*.

Jika ada *Gate Inspector*, maka ada 1 *Gate Coordinator* per group.

Gate coordinator = 1 x Jumlah group = 1 x 4 = 4 orang

Jika ada *Gate Coordinator* per group, maka ada 1 ketua *Gate Coordinator*.

Ketua Gate Coordinator = 1 orang

Sedangkan untuk *gate coordinator*, ada 4 orang dari tahun 2016-2020 untuk setiap tingkat otomasi kecuali tingkat otomasi 3A dan 4. Untuk ketua *gate coordinator*, ada 1 orang dari tahun 2016-2020 untuk setiap tingkat otomasi kecuali tingkat otomasi 3A dan 4. Hal ini dikarenakan pada tingkat otomasi 3A dan 4, tidak ada proses yang membutuhkan *Gate Inspector*.

## 2. Biaya Saat Ini (Tingkat otomasi 0, manual)

Biaya saat ini merupakan biaya jika menggunakan tingkat otomasi 0 atau manual. Perbedaan biaya (pengurangan biaya) antara biaya *Gate Automation* dan biaya saat ini akan menjadi manfaat.

Komponen biaya saat ini adalah sebagai berikut.

1. Biaya operasional petugas lapangan
  - Biaya operasional *Gate Inspector*, gaji Rp. 4.300.000/bulan  
$$\text{Biaya operasional Gate Inspector per tahun} = \text{jumlah orang} \times \text{jumlah bulan per tahun} \times \text{gaji per bulan}$$
  - Biaya operasional *Gate Coordinator*, gaji Rp. 11.500.000/bulan
  - Biaya operasional ketua *Gate Coordinator*, gaji Rp. 22.900.000/bulan
2. Biaya operasional pegawai kantor PT. IPC TPK
  - Biaya operasional *IT Engineer*, gaji Rp. 11.600.000/bulan
3. *Maintenance* peralatan, Rp. 50.000.000/tahun

### 3. Manfaat

Manfaat yang didapatkan dari pengadaan *Gate Automation* ini difokuskan untuk 2 entitas, yaitu PT. IPC TPK dan NPCT1. Manfaat bisa berbentuk pendapatan tetap, maupun selisih biaya *Gate Automation* dengan biaya saat ini, maupun pendapatan karena selisih kontainer dengan adanya *Gate Automation*.

Berikut adalah manfaat yang didapatkan oleh PT. IPC TPK.

#### a. Pendapatan

1. Pembagian hasil dari NPCT1: Rp. 100.000.000/tahun

Pembagian hasil dari NPCT1 merupakan pendapatan tetap yang diberikan oleh NPCT1 ke PT. IPC TPK karena melakukan proses inspeksi kontainer yang akan masuk ke terminal.

2. Pendapatan *Behandle* dari selisih kontainer impor

Seluruh pemeriksaan kontainer yang mengalami proses *behandle* berlangsung diluar terminal, sehingga ada jasa pergerakan kontainer dari terminal ke area *behandle*. Kontainer yang mengalami proses *behandle* dilakukan secara acak, sekitar 6% dari total kontainer impor.

- Kontainer 20' : Rp. 1.015.000/kontainer x 6% kontainer impor
- Kontainer 40' : Rp. 1.390.200/kontainer x 6% kontainer impor

- b. Pengurangan biaya SDM : gaji/bulan x jumlah bulan x jumlah personalia

Dengan meningkatnya tingkat otomasi, maka SDM yang dibutuhkan semakin sedikit. Dengan menurunnya jumlah SDM, maka berkurang juga biaya operasional untuk SDM.

1. Biaya operasional petugas lapangan
  - *Gate Inspector*
  - *Gate Coordinator*
  - *Ketua Gate Coordinator*
2. Biaya operasional pegawai kantor IPC TPK
  - *IT Engineer*

Berikut adalah manfaat yang didapatkan oleh NPCT1.

Dengan meningkatnya produktivitas sesuai tingkat otomasi, maka jumlah kontainer yang bisa ditangani juga meningkat.

- a. Pendapatan
  1. Pendapatan dari selisih kontainer ekspor
    - Kontainer 20' : Rp. 1.402.192/kontainer
    - Kontainer 40' : Rp. 2.157.739/kontainer
  2. Pendapatan dari selisih kontainer impor
    - Kontainer 20' : Rp. 1.402.192/kontainer
    - Kontainer 40' : Rp. 2.157.739/kontainer

### **CASH FLOW**

Arus Kas atau *Cash Flow* adalah gambaran mengenai jumlah uang yang masuk (*cash in flow*) dan jumlah uang yang keluar (*cash out flow*) selama periode tertentu. Pada penelitian ini, *cash flow* dimulai dari tahun 2016 sebagai tahun ke-1 hingga tahun 2020 sebagai tahun ke-5.

Berikut adalah contoh *cash flow* untuk tingkat otomasi 3D.

No	Keterangan	Tahun	2017	2018
		Tahun ke-	1	2
		Satuan		
	<b>INFLASI</b>	<b>3.4%</b>		
	<b>BIAYA GATE AUTOMATION</b>			
1	Biaya Kapital	Rp 858,400,000		
2	Penyusutan		Rp 216,802,063	Rp 209,673,175
3	Biaya Operasional Gate Automation			
	- Gaji bulanan petugas kantor Common Gate (ruang kontrol)		Rp 199,613,153	Rp 193,049,471
	- Gaji bulanan petugas Post Gate		Rp 149,709,865	Rp 144,787,103
4	Biaya Operasional Pegawai Kantor IPC TPK			
	- IT Engineer		Rp 134,622,824	Rp 130,196,155
5	Maintenance		Rp 83,017,408	Rp 80,287,629
6	Biaya Operasional Kegiatan Manual			
	- Gate Inspector/Operator		Rp 798,452,611	Rp 965,247,354
	- Gate Coordinator		Rp 533,849,130	Rp 516,295,096
	- Ketua Gate Coordinator		Rp 265,764,023	Rp 257,025,168
	<b>Total Biaya</b>		<b>Rp 2,381,831,077</b>	<b>Rp 2,496,561,150</b>
	<b>BIAYA SAAT INI</b>			
1	Biaya operasional petugas lapangan			
	- Gate Inspector/Operator		Rp 1,596,905,222	Rp 1,544,395,766
	- Gate Coordinator		Rp 533,849,130	Rp 516,295,096
	- Ketua Gate Coordinator		Rp 265,764,023	Rp 257,025,168
2	Biaya operasional pegawai kantor IPC TPK			
	- IT Engineer		Rp 134,622,824	Rp 130,196,155
3	Maintenance		Rp 48,355,899	Rp 46,765,860
	<b>Total Biaya Saat Ini</b>		<b>Rp 2,579,497,099</b>	<b>Rp 2,494,678,045</b>
	<b>MANFAAT</b>			
	Pendapatan			
1	Pembagian hasil dari NPCT1 (untuk kegiatan penimbangan)		Rp 96,711,799	Rp 93,531,720
2	Behandle			
	Kontainer 20'		Rp -	Rp -
	Kontainer 40'		Rp -	Rp -
	Pengurangan Biaya SDM			
3	Biaya operasional petugas lapangan			
	- Gate Inspector/Operator		Rp 798,452,611	Rp 579,148,412
	- Gate Coordinator		Rp -	Rp -
	- Ketua Gate Coordinator		Rp -	Rp -
4	Biaya operasional pegawai kantor IPC TPK			
	- IT Engineer		Rp -	Rp -
	Pendapatan dari selisih kontainer			
	Pendapatan dari selisih kontainer Ekspor			
	Kontainer 20'		Rp 85,022,221,031	Rp 111,199,922,225
	Kontainer 40'		Rp 174,010,442,669	Rp 227,586,946,758
	Pendapatan dari selisih kontainer Impor			
	Kontainer 20'		Rp -	Rp -
	Kontainer 40'		Rp -	Rp -
	<b>Total Manfaat</b>		<b>Rp 259,927,828,110</b>	<b>Rp 339,459,549,116</b>
	Profit = Manfaat - Biaya		Rp 257,348,331,012	Rp 336,964,871,071
	Total Biaya hingga tahun 2020	Rp 9,655,378,151		
	Total Manfaat hingga tahun 2020	Rp 928,681,246,916		
	<b>BENEFIT COST RATIO</b>	<b>96.183</b>		

Gambar 2 Cash Flow Tingkat Otomasi 3D

Dari *cash flow* ini, dapat dicari profit yaitu manfaat dikurangi biaya yang dikeluarkan.

$$\text{Profit} = \text{Manfaat} - \text{Biaya}$$

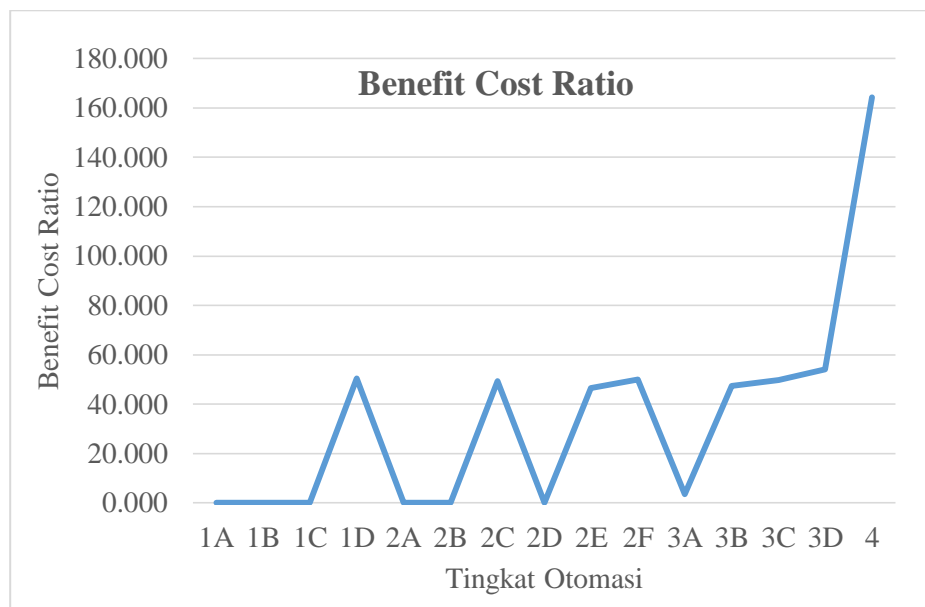
Dari *cash flow* ini juga dapat dicari akumulasi biaya dan akumulasi manfaat yang didapat selama periode waktu tertentu. Pada penelitian ini, periode tersebut dimulai dari tahun 2016 hingga tahun 2020. Kemudian, dicari *Benefit Cost Ratio* untuk menentukan baik atau buruknya pengadaan *Gate Automation* sesuai dengan tingkat otomasinya.

$$\text{Benefit Cost Ratio} = \frac{\text{Manfaat}}{\text{Biaya}}$$

*Benefit Cost Ratio* pada penelitian ini adalah akumulasi dari tahun 2016-2020.

#### f. Sensitivitas Benefit Cost Ratio

Berikut adalah sensitivitas *Benefit Cost Ratio* untuk berbagai tingkat otomasi. *Benefit cost ratio* ini merupakan perbandingan dari akumulasi biaya dan manfaat dari tahun pertama investasi yaitu tahun 2017, hingga tahun 2020.



Gambar 5. 43 Sensitivitas Benefit Cost Ratio

Berikut adalah benefit cost ratio setiap tingkat otomasi secara lebih rinci.

Tabel 5. 30 Benefit Cost Ratio

Tingkat otomasi	Benefit Cost Ratio (akumulasi 2017-2020)
1A	0.031
1B	0.031
1C	0.031
1D	50.331



2A	0.031
2B	0.031
2C	49.426
2D	0.031
2E	46.508
2F	49.895
3A	3.476
3B	47.367
3C	49.808
3D	54.098
<b>4</b>	<b>164.320</b>

Dari grafik diatas, dapat dilihat bahwa *Benefit Cost Ratio* yang paling tinggi adalah tingkat otomasi 4 atau dengan seluruh perangkat *Gate Automation*. Dengan keterangan, sensitivitas ini hanya berlaku untuk jumlah lajur *Gate In* ekspor, *Gate In* impor, *Gate Out* ekspor, dan *Gate Out* impor masing-masing sebanyak 4 lajur, 4 lajur, 4 lajur, dan 4 lajur.

Berikut adalah keterangan lebih lanjut tentang tingkat otomasi 4.

1. Biaya kapital = Rp. 1.012.800.000
2. Jumlah *Gate Inspector* = 0
3. Jumlah *Gate Coordinator* = 0
4. Jumlah Ketua *Gate Coordinator* = 0
5. Selisih kontainer ekspor sebagai berikut.

Tabel 5. 31 Selisih kontainer ekspor antara tingkat otomasi 4 dengan tingkat otomasi 0

Ukuran kontainer	Selisih kontainer ekspor dengan tingkat otomasi 0, manual			
	2017	2018	2019	2020
20	1,465	10,683	42,465	73,821
40	1,948	14,208	56,479	98,182

6. Selisih kontainer impor = 0 kontainer
7. *Benefit cost ratio* = 164,32

### V.3.7 Analisis Akhir

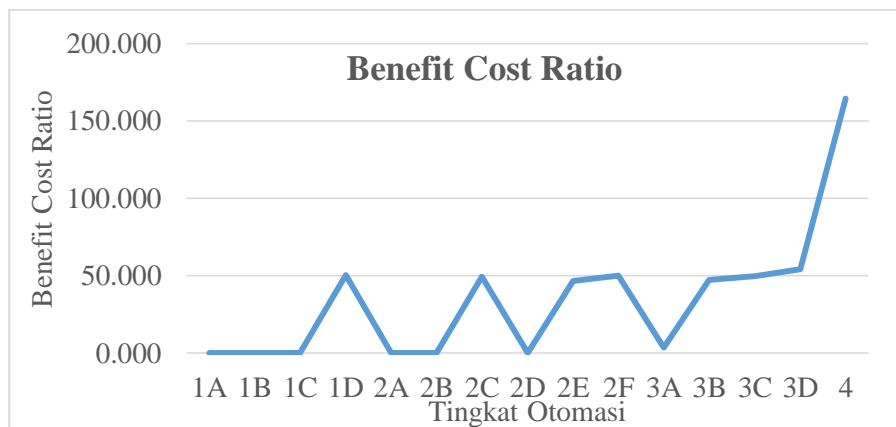
#### a. Sensitivitas per tingkat otomasi

Berikut adalah analisis sensitivitas per tingkat otomasi untuk Skenario 1, yaitu dengan jumlah lajur sebagai berikut.

Tabel 5. 32 Jumlah lajur Skenario 1

	Jumlah lajur		
	<i>Gate In</i>	<i>Gate Out</i>	
<b>Ekspor</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	lajur
<b>Impor</b>	4	4	lajur
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	lajur

Berikut adalah *Benefit Cost Ratio* untuk setiap tingkat otomasi.



Gambar 5. 44 Benefit Cost Ratio

Sedangkan berikut adalah *Benefit Cost Ratio* yang lebih rinci.

Tabel 5. 33 Benefit Cost Ratio

<b>Tingkat otomasi</b>	<b>Benefit Cost Ratio (akumulasi 2017-2020)</b>
1A	0.031
1B	0.031
1C	0.031
1D	50.331
2A	0.031
2B	0.031
2C	49.426
2D	0.031
2E	46.508
2F	49.895

3A	3.476
3B	47.367
3C	49.808
3D	54.098
<b>4</b>	<b>164.320</b>

Terjadi perbedaan sangat signifikan pada seluruh tingkat otomasi yang memiliki komponen Custom Module. Hal ini dikarenakan proses Fiat Bea Cukai yang memiliki durasi yang paling lama.

Sedangkan yang memiliki *benefit cost ratio* <1, merupakan yang biaya-nya lebih besar dibandingkan manfaatnya. Hal ini disebabkan oleh menambahnya biaya investasi, tanpa adanya Karena, perangkat yang digunakan tidak mengurangi kegiatan inspeksi yang memiliki durasi paling lama.

Tabel 5. 34 Tingkat otomasi

GATE AUTOMATION					
		LiDAR	Sensor Axle	OCR	CUSTOM MODULE
TINGKAT 1					
1	A	1			
1	B		1		
1	C			1	
1	D				1
TINGKAT 2					
2	A	1	1		
2	B		1	1	
2	C			1	1
2	D	1		1	
2	E		1		1
2	F	1			1
TINGKAT 3					
3	A	1	1	1	
3	B		1	1	1
3	C	1		1	1
3	D	1	1		1
TINGKAT 4		1	1	1	1

Berikut adalah durasi pelayanan (menit/lajur) per tingkat otomatis.

Tabel 5. 35 Durasi pelayanan menit/lajur per tingkat otomatis

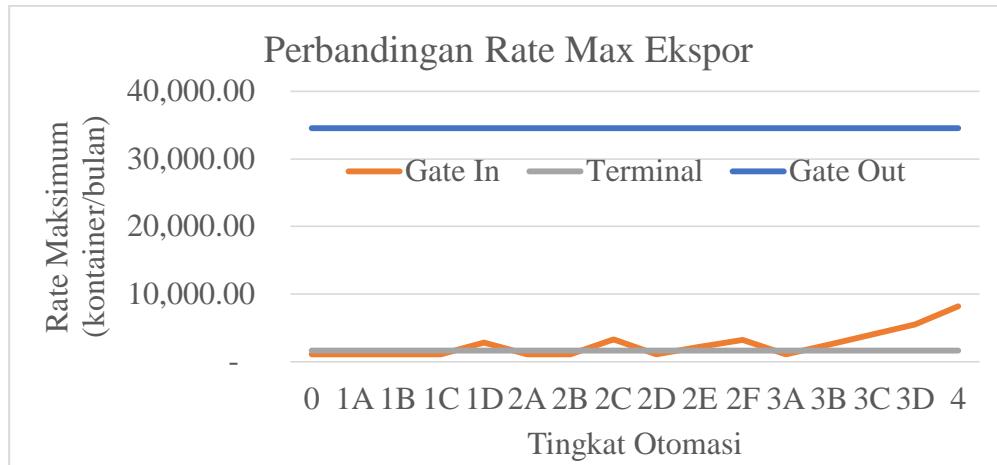
	EXPORT IN	EXPORT OUT	IMPORT IN	IMPORT OUT
Semi Otomatis	0:04:50	0:00:10	0:00:38	0:01:51
<i>Gate Automation</i>	0:00:37	0:00:10	0:00:10	0:00:33
1B	0:04:50	0:00:10	0:00:10	0:01:51
1C	0:04:50	0:00:10	0:00:10	0:01:51
1D	0:01:49	0:00:10	0:00:10	0:01:00
2A	0:04:50	0:00:10	0:00:10	0:01:51
2B	0:04:50	0:00:10	0:00:10	0:01:51
2C	0:01:31	0:00:10	0:00:10	0:01:06
2D	0:04:50	0:00:10	0:00:10	0:01:51
2E	0:02:19	0:00:10	0:00:10	0:01:00
2F	0:01:34	0:00:10	0:00:10	0:00:27
3A	0:02:01	0:00:10	0:00:10	0:01:06
3B	0:01:16	0:00:10	0:00:10	0:00:33
3C	0:00:55	0:00:10	0:00:10	0:00:27
3D	0:00:37	0:00:10	0:00:10	0:00:33
<i>Gate Automation</i>	0:00:37	0:00:10	0:00:10	0:00:33

Durasi tersebut berpengaruh pada produktivitas (kontainer/jam/lajur) seperti tabel dibawah ini.

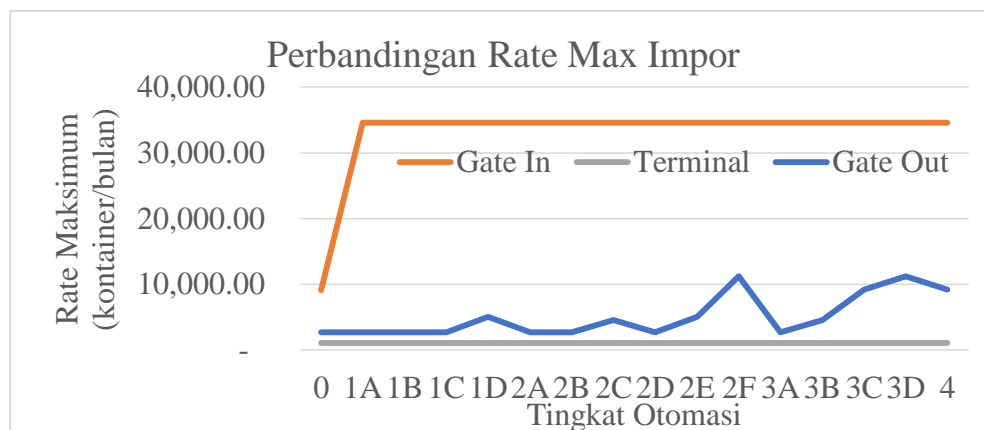
Tabel 5. 36 Produktivitas (kontainer/jam)

	EXPORT IN	EXPORT OUT	IMPORT IN	IMPORT OUT
Semi Otomatis	12.41	360.00	94.74	32.43
<i>Gate Automation</i>	97.30	360.00	360.00	109.09
1B	12.41	360.00	360.00	32.43
1C	12.41	360.00	360.00	32.43
1D	33.03	360.00	360.00	60.00
2A	12.41	360.00	360.00	32.43
2B	12.41	360.00	360.00	32.43
2C	39.56	360.00	360.00	54.55
2D	12.41	360.00	360.00	32.43
2E	25.90	360.00	360.00	60.00
2F	38.30	360.00	360.00	133.33
3A	12.41	360.00	360.00	32.43
3B	29.75	360.00	360.00	54.55
3C	47.37	360.00	360.00	109.09
3D	65.45	360.00	360.00	133.33
<i>Gate Automation</i>	97.30	360.00	360.00	109.09

Sehingga, jika sudah dikali dengan jumlah lajur pada Skenario 1, didapat perbandingan rate maksimum untuk kontainer ekspor dan impor per bulan.



Gambar 5. 45 Perbandingan Rate maksimum ekspor



Gambar 5. 46 Perbandingan rate maksimum impor

Pada kedua grafik diatas, hanya produktivitas *Gate In* ekspor saja yang bervariasi mulai dari dibawah produktivitas maksimum terminal hingga diatasnya. Untuk yang Gate yang memiliki produktivitas diatas produktivitas maksimum terminal, maka batasan kontainer yang dapat dilayani adalah produktivitas maksimum terminal.

Pada Gambar Perbandingan Rate maksimum ekspor, ada tingkat otomasi yang produktivitasnya dibawah produktivitas maksimum terminal. Berarti dengan tingkat otomasi tersebut, tidak bisa melayani seluruh kontainer yang akan masuk ke NPCT1. Tingkat otomasi 0 dibawah produktivitas maksimum terminal, sehingga hal ini membuktikan bahwa tingkat otomasi 0 tidak bisa melayani secara maksimal dan membutuhkan peningkatan produktivitas, dengan cara otomasi maupun menambah lajur. Namun, produktivitas Gate

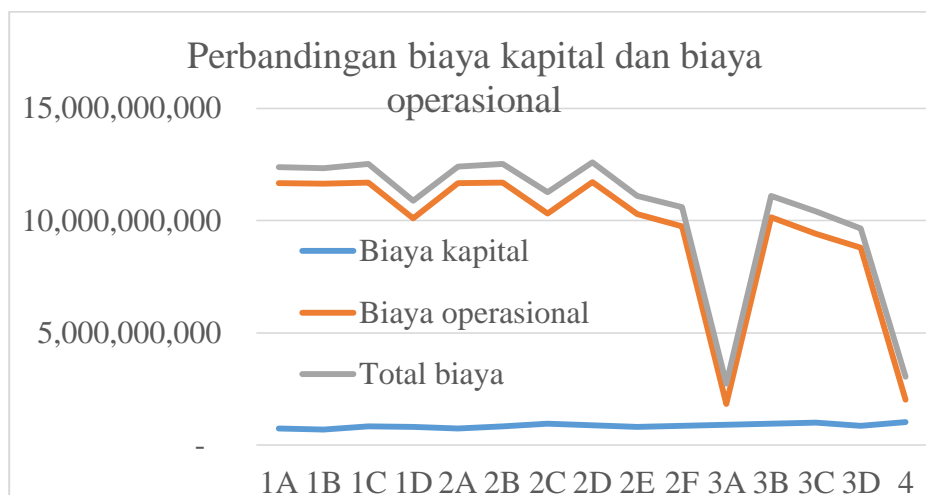
diatas produktivitas maksimum terminal, berapa saja angkanya, produktivitas yang digunakan adalah produktivitas yang terendah. Hal ini dapat dibuktikan dari selisih kontainer akumulasi dari tahun 2017-2020 pada setiap tingkat otomasi.

Tabel 5. 37 Selisih kontainer dengan tingkat otomasi 0 untuk Skenario 1

**Selisih kontainer dengan tingkat otomasi 0**

<b>Tingkat otomasi</b>	<b>Selisih kontainer ekspor</b>	<b>Selisih kontainer impor</b>
<b>0</b>		
1A	-	-
1B	-	-
1C	-	-
1D	299,255	-
2A	-	-
2B	-	-
2C	299,255	-
2D	-	-
2E	299,255	-
2F	299,255	-
3A	-	-
3B	299,255	-
3C	299,255	-
3D	299,255	-
<b>4</b>	299,255	-

Adanya perbedaan selisih akan memberikan total manfaat yang lebih banyak pula dibandingkan tingkat otomasi 0. Sedangkan, berikut adalah analisis tentang biaya.

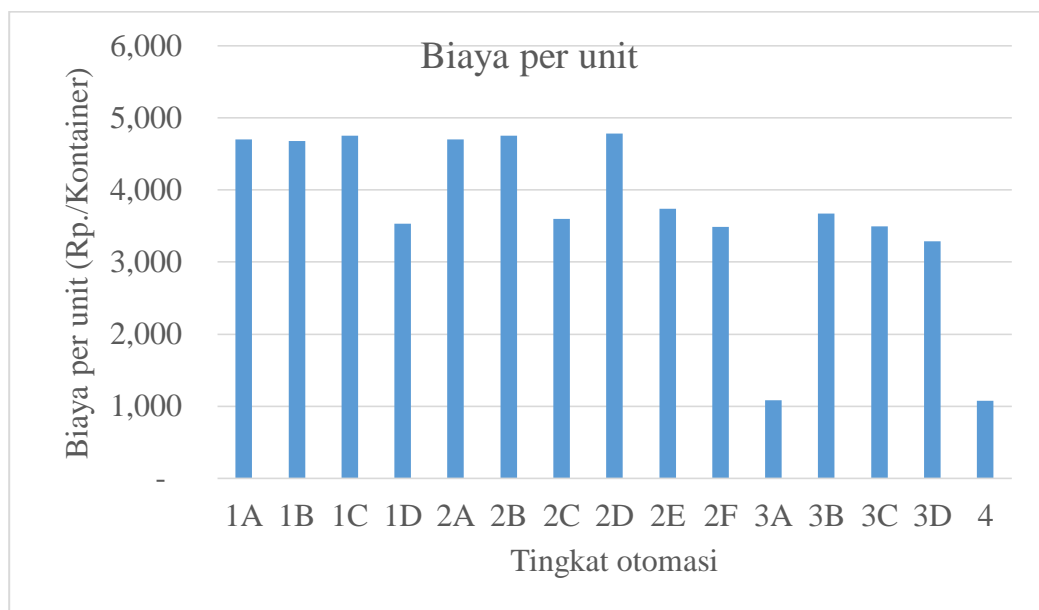


Gambar 5. 47 Perbandingan biaya kapital dan biaya operasional.

Gambar diatas merupakan grafik akumulasi biaya dari tahun 2017-2020. Dapat dilihat bahwa biaya operasional sangat tinggi dibandingkan dengan biaya kapital. Hal tersebut karena dengan proses inspeksi menggunakan *Gate Inspector*, dibutuhkan 1 *Gate Inspector* per lajur. Kemudian dikali 4 *group*. *Group* adalah kumpulan petugas yang bekerja di *shift* yang sama. Jika membutuhkan *Gate Inspector*, maka dibutuhkan pula *Gate Coordinator* dan ketua *Gate Coordinator*.

Pada tingkat otomasi 3A dan 4, tidak dibutuhkan *Gate Inspector*, *Gate Coordinator*, maupun ketua *Gate Coordinator*. Pada tingkat otomasi 3A, karena komponen otomasi yang tidak ada adalah Custom Module. Sehingga, proses manual yang ada adalah fiat Bea Cukai. Fiat Bea Cukai adalah antara supir truk dan bea cukai, tanpa ada hubungan langsung dengan *Gate Inspector*. Sedangkan pada tingkat otomasi 4, tidak ada proses manual sehingga tidak memerlukan *Gate Inspector*.

Berikut adalah sensitivitas biaya per unit dari masing-masing tingkat otomasi.



Gambar 5. 48 Biaya per unit

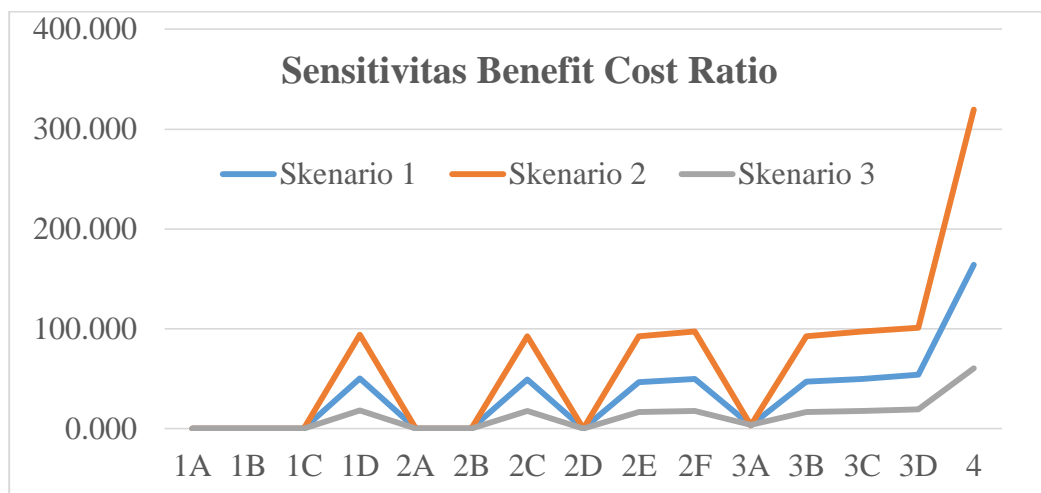
#### b. Sensitivitas sesuai Skenario (jumlah lajur berbeda)

Skenario yang digunakan adalah dengan jumlah lajur yang berbeda. Sensitivitas dilakukan di lajur yang memiliki drulasi pelayanan per kontainer paling lama, yaitu *Gate In Ekspor*.

Tabel 5. 38Jumlah lajur skenario 1,2 dan 3

Skenario 1			Skenario 2			Skenario 3					
	Jumlah lajur			Jumlah lajur			Jumlah lajur				
	<i>Gate In</i>	<i>Gate Out</i>		<i>Gate In</i>	<i>Gate Out</i>		<i>Gate In</i>	<i>Gate Out</i>			
<b>Ekspor</b>	4	4	lajur	<b>Ekspor</b>	3	4	lajur	<b>Ekspor</b>	5	4	lajur
<b>Impor</b>	4	4	lajur	<b>Impor</b>	5	4	lajur	<b>Impor</b>	3	4	lajur
<b>Total</b>	8	8	lajur	<b>Total</b>	8	8	lajur	<b>Total</b>	8	8	lajur

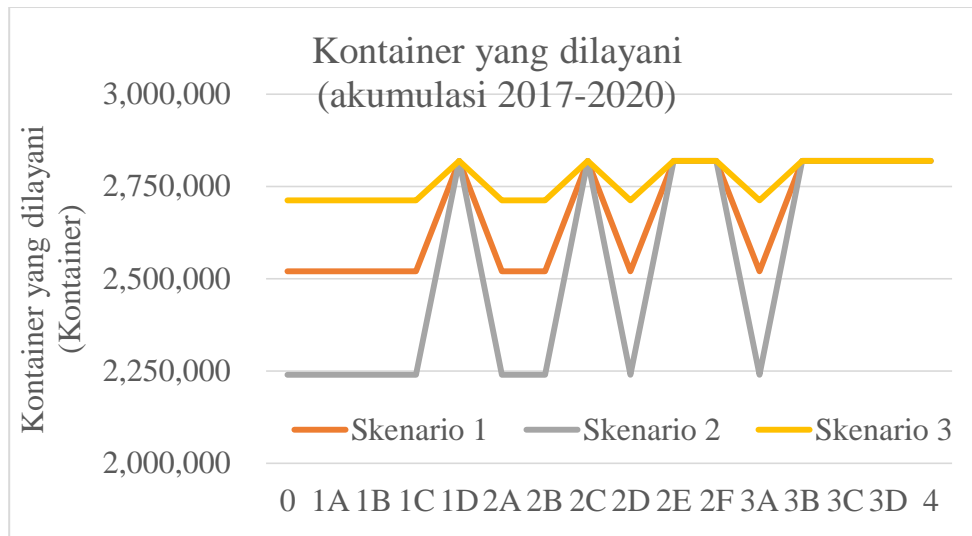
Berikut adalah hasil sensitivitas *benefit cost ratio* dari masing-masing Skenario.



Gambar 5. 49 Benefit Cost Ratio dari Skenario 1, 2, dan 3

*Benefit cost ratio* yang paling tinggi ada di Skenario 2, yang memiliki jumlah lajur lebih sedikit dibandingkan Skenario 1. Hal ini karena otomasi membawa lebih banyak dampak jika jumlahnya sedikit.





Gambar 5. 50 Selisih kontainer yang dilayani dari Skenario 1, 2 dan 3

Pada gambar diatas, dapat dilihat bahwa semakin sedikit jumlah lajur, maka selisih kontainer yang ditangani lebih banyak. Selisih ini kemudian menjadi *manfaat* pada *benefit cost ratio*.

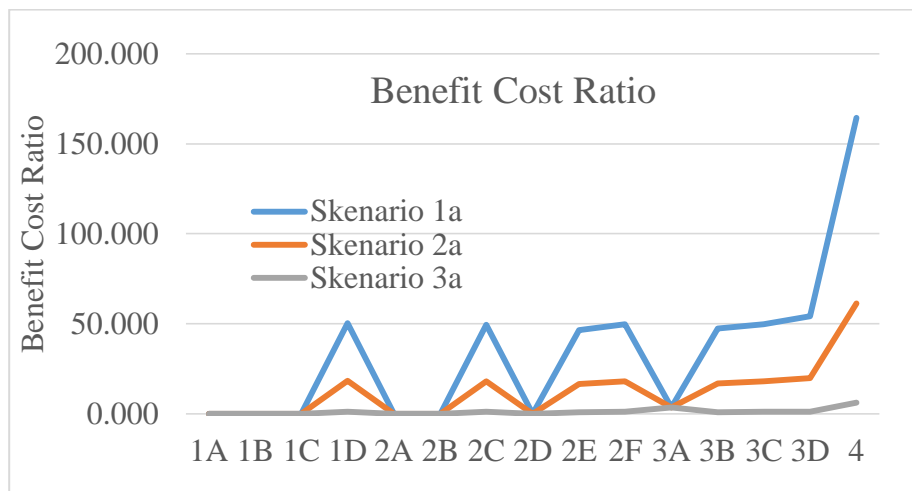
### c. Sensitivitas sesuai Skenario (penambahan lajur manual)

Skenario yang digunakan adalah dengan penambahan lajur manual. Sensitivitas dilakukan di lajur yang memiliki drulasi pelayanan per kontainer paling lama, yaitu *Gate In* Ekspor.

Tabel 5. 399Jumlah lajur skenario 1a, 2a dan 3a

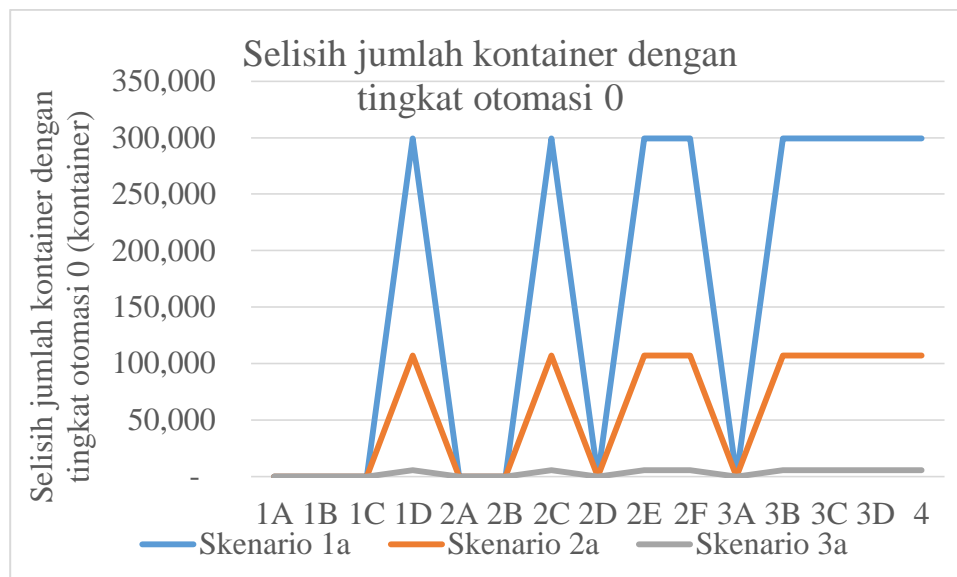
Skenario 1a			Skenario 2a			Skenario 3a																																			
<table><tr><th colspan="2">Jumlah lajur otomasi</th></tr><tr><th>Gate In</th><th>Gate Out</th></tr><tr><td><b>Ekspor</b></td><td><b>4</b></td></tr><tr><td>Impor</td><td>4</td></tr><tr><td><b>Total</b></td><td><b>8</b></td></tr></table>			Jumlah lajur otomasi		Gate In	Gate Out	<b>Ekspor</b>	<b>4</b>	Impor	4	<b>Total</b>	<b>8</b>	lajur	<table><tr><th colspan="2">Jumlah lajur otomasi</th></tr><tr><th>Gate In</th><th>Gate Out</th></tr><tr><td><b>Ekspor</b></td><td><b>4</b></td></tr><tr><td>Impor</td><td>3</td></tr><tr><td><b>Total</b></td><td><b>7</b></td></tr></table>			Jumlah lajur otomasi		Gate In	Gate Out	<b>Ekspor</b>	<b>4</b>	Impor	3	<b>Total</b>	<b>7</b>	lajur	<table><tr><th colspan="2">Jumlah lajur otomasi</th></tr><tr><th>Gate In</th><th>Gate Out</th></tr><tr><td><b>Ekspor</b></td><td><b>4</b></td></tr><tr><td>Impor</td><td>2</td></tr><tr><td><b>Total</b></td><td><b>6</b></td></tr></table>			Jumlah lajur otomasi		Gate In	Gate Out	<b>Ekspor</b>	<b>4</b>	Impor	2	<b>Total</b>	<b>6</b>	lajur
Jumlah lajur otomasi																																									
Gate In	Gate Out																																								
<b>Ekspor</b>	<b>4</b>																																								
Impor	4																																								
<b>Total</b>	<b>8</b>																																								
Jumlah lajur otomasi																																									
Gate In	Gate Out																																								
<b>Ekspor</b>	<b>4</b>																																								
Impor	3																																								
<b>Total</b>	<b>7</b>																																								
Jumlah lajur otomasi																																									
Gate In	Gate Out																																								
<b>Ekspor</b>	<b>4</b>																																								
Impor	2																																								
<b>Total</b>	<b>6</b>																																								
<table><tr><th colspan="2">Jumlah lajur manual</th></tr><tr><th>Gate In</th><th>Gate Out</th></tr><tr><td><b>Ekspor</b></td><td><b>0</b></td></tr><tr><td>Impor</td><td>0</td></tr><tr><td><b>Total</b></td><td><b>0</b></td></tr></table>			Jumlah lajur manual		Gate In	Gate Out	<b>Ekspor</b>	<b>0</b>	Impor	0	<b>Total</b>	<b>0</b>	lajur	<table><tr><th colspan="2">Jumlah lajur manual</th></tr><tr><th>Gate In</th><th>Gate Out</th></tr><tr><td><b>Ekspor</b></td><td><b>1</b></td></tr><tr><td>Impor</td><td>0</td></tr><tr><td><b>Total</b></td><td><b>1</b></td></tr></table>			Jumlah lajur manual		Gate In	Gate Out	<b>Ekspor</b>	<b>1</b>	Impor	0	<b>Total</b>	<b>1</b>	lajur	<table><tr><th colspan="2">Jumlah lajur manual</th></tr><tr><th>Gate In</th><th>Gate Out</th></tr><tr><td><b>Ekspor</b></td><td><b>2</b></td></tr><tr><td>Impor</td><td>0</td></tr><tr><td><b>Total</b></td><td><b>2</b></td></tr></table>			Jumlah lajur manual		Gate In	Gate Out	<b>Ekspor</b>	<b>2</b>	Impor	0	<b>Total</b>	<b>2</b>	lajur
Jumlah lajur manual																																									
Gate In	Gate Out																																								
<b>Ekspor</b>	<b>0</b>																																								
Impor	0																																								
<b>Total</b>	<b>0</b>																																								
Jumlah lajur manual																																									
Gate In	Gate Out																																								
<b>Ekspor</b>	<b>1</b>																																								
Impor	0																																								
<b>Total</b>	<b>1</b>																																								
Jumlah lajur manual																																									
Gate In	Gate Out																																								
<b>Ekspor</b>	<b>2</b>																																								
Impor	0																																								
<b>Total</b>	<b>2</b>																																								

Berikut adalah hasil sensitivitas *benefit cost ratio* dari masing-masing Skenario.



Gambar 5. 5151 Benefit Cost Ratio dari Skenario 1a, 2a, dan 3a

*Benefit cost ratio* yang paling tinggi ada di Skenario 1a, yang memiliki jumlah lajur lebih sedikit dibandingkan Skenario 3a. Hal ini karena semakin banyak jumlah lajur, maka semakin sedikit dampaknya yaitu selisih jumlah kontainer yang dapat dilihat pada grafik dibawah.



Gambar 5. 5252 Selisih kontainer yang dilayani dari Skenario 1a, 2a dan 3a

## BAB VI

### KESIMPULAN

#### VI.1 Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan dari penelitian ini.

1. Dinamika sistem adalah metode pemodelan dengan menggunakan hubungan sebab-akibat dalam penyusunan model suatu sistem yang kompleks. Bersifat dinamis, karena berubah terhadap waktu. Pada penelitian ini, dinamika sistem digunakan untuk mencari selisih jumlah kontainer yang dihasilkan dari berbagai tingkat otomasi pada Common Gate.
2. Dampak *Gate Automation* terhadap waktu pelayanan per kontainer berbeda tiap tingkat otomasi. Batas atas dan batas bawah durasi pelayanan per lajur (kontainer/menit.lajur) adalah sebagai berikut.
  - *Gate In* ekspor : 04.50 – 00.37
  - *Gate In* impor : 00.38 – 00.10
  - *Gate Out* ekspor : 00.10 – 00.10
  - *Gate Out* impor : 01.51 – 00.33

Komponen *Gate Automation* yang berdampak signifikan adalah Custom Module. Custom Module mensubstitusi kegiatan fiat Bea Cukai dengan durasi terlama. Jika Custom Module sudah digunakan, maka LiDAR, OCR dan Sensor *axle* akan terlihat dampaknya terhadap durasi pelayanan per kontainer.

3. Pada penelitian ini, *benefit cost ratio* yang digunakan adalah perbandingan biaya dan manfaat dari akumulasi tahun 2017-2020. Berikut adalah *benefit cost ratio* dari berbagai tingkat otomasi yaitu 1A, 1B, 1C, 1D, 2A, 2B, 2C, 2D, 2E, 2F, 3A, 3B, 3C, 3D, dan 4 adalah 0.031, 0.031, 0.031, 50.33, 0.031, 0.031, 49.42, 0.031, 46.50, 49.89, 3.47, 47.36, 49.80, 54.09, dan 164.32.

BCR yang paling besar adalah milik tingkat otomasi 4 yaitu 164.32. Manfaat yang dimiliki paling besar karena memiliki produktivitas yang relatif besar, selisih kontainer dengan tingkat otomasi 0 yang besar pula sehingga meningkatkan manfaat untuk pendapatan dari selisih kontainer. Biaya berkurang karena tidak ada kegiatan manual sehingga tidak ada biaya operasional *Gate Inspector*, *Gate Coordinator*, dan ketua *Gate Coordinator*.

*Benefit cost ratio Gate Automation* beragam sesuai tingkat otomasinya. Jika *Gate Automation*  $<1$ , maka tidak layak karena biaya lebih besar daripada manfaat. Hal ini terjadi karena adanya penambahan biaya investasi, tanpa memberikan tambahan kontainer karena durasi yang berkurang tidak mengurangi durasi pelayanan total container. Sehingga, produktivitas Common Gate juga tidak bertambah.

## **VI.2 Saran**

Berikut adalah beberapa saran pada penelitian ini.

1. Bagi Common Gate, PT. IPC TPK.

Saran untuk Common Gate adalah menyegerakan *Gate Automation*, terutama untuk pembuatan Custom Module karena besarnya dampak terhadap durasi pelayanan per kontainer, yang berpengaruh terhadap produktivitas Common Gate.

Selain itu, dengan adanya otomasi dampaknya adalah untuk jangka panjang. Sehingga, bisa menangani kontainer milik terminal lain pula, yaitu NPCT2 dan NPCT3.

2. Adapun saran untuk penelitian ini kedepannya adalah perlu dilakukan model simulasi otomatisasi Common Gate untuk studi kasus NPCT1, NPCT2 dan NPCT3, jika terminal tersebut telah dibangun. Bisa juga memperdalam studi kasus NPCT1 ini dengan membahas antrian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Gerrard Keller. (2014 ) “*Managerial Statistics 9e*”. South Western Publishing. Amerika.
- IPC. (2017). “*Container Flow Statistics*”. Dipetik April 2017, dari [www.priokport.co.id](http://www.priokport.co.id)
- IPC. (2017) “*General Overview of Common Gate Concept*”. Jakarta: Pelabuhan Tanjung Priok
- IPC. (2017) “*IPC Common Gate-NPCT1 Gate Interface Specifications*”. Jakarta: Pelabuhan Tanjung Priok
- IPC. (2017) “*Jasa Konsultasi Penyusunan Desain Standar Autogate untuk Terminal Petikemas*”. Jakarta: Pelabuhan Tanjung Priok
- Isganta. (2007). “*Pengembangan Model System Dynamics Analisis Kinerja Operasional Pelabuhan*”. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Lee Bin Hwee, Thor Hock Loo. (2015) “*IPC Common Gate-NPCT1 Gate System Interface Specifications*”. PT. IPC. Jakarta
- New Priok Port Container Terminal 1. (2017). “*Terminal Specifications*”. Dipetik April 2017, dari [www.npct1.co.id](http://www.npct1.co.id)

*Halaman ini sengaja dikosongkan*

## LAMPIRAN

### Lampiran A. Contoh perhitungan durasi pelayanan kombinasi

Lampiran A.1 Contoh perhitungan durasi pelayanan kombinasi *Gate In* ekspor, tingkat otomasi 1A

Lampiran A.2 Contoh perhitungan durasi pelayanan kombinasi *Gate In* impor, tingkat otomasi 1A

Lampiran A.3 Contoh perhitungan durasi pelayanan kombinasi *Gate Out* ekspor, tingkat otomasi 1A

Lampiran A.4 Contoh perhitungan durasi pelayanan kombinasi *Gate Out* impor, tingkat otomasi 1A

### Lampiran B. Formulasi Powersim.

Lampiran B.1 Formulasi Powersim subsistem Forecast Throughput

Lampiran B.2 Formulasi Powersim subsistem Produktivitas Maksimum Gate In Ekspor

Lampiran B.3 Formulasi Powersim subsistem Produktivitas Maksimum Gate In Impor

Lampiran B.4 Formulasi Powersim subsistem Produktivitas Maksimum Gate Out Ekspor

Lampiran B.5 Formulasi Powersim Subsistem Produktivitas Maksimum Gate Out Impor

Lampiran B.6 Formulasi Powersim Subsistem Rate dan Level Gate In

Lampiran B.7 Formulasi Powersim Subsistem Rate dan Level Terminal

Lampiran B.8 Formulasi Powersim Subsistem Rate dan Level Gate Out

Lampiran A.1 Contoh perhitungan durasi pelayanan kombinasi *Gate In* ekspor, tingkat otomasi 1A

Kegiatan Oleh	Rincian Aktivitas Semi Otomatis		Rincian Aktivitas Gate Automation		Perangkat yang digunakan	Gate Automation/Semi Otomatis	Rincian Kegiatan	Durasi Yang Digunakan			Durasi Total
Gate Inspector	Inspeksi Fisik`	0:01:24	Penambahan Infrastruktur LiDAR	0:00:27	LiDAR 1	Gate Automation	Penambahan Infrastruktur LiDAR	0:00:27			0:04:50
	- Pemeriksaan Kerusakan Kontainer	0:01:24	- Pemeriksaan Kerusakan Kontainer	0:00:27							
	- Deteksi Jumlah Axle dan penimbangan	0:00:42	Penambahan Sensor Axle	0:00:30	Sensor Axle 0	Semi Otomatis	Inspeksi Fisik	0:00:42	0:01:09	0:01:34	
			- Penimbangan Berat Kotor Menggunakan Weighbridge	0:00:03							
			- Deteksi Jumlah Axle	0:00:27							
	Truck In	0:00:10									Mock Up CG 1
	Catat Manual	0:01:03									
	- Catat VGM	0:00:39	Perubahan pada Mock Up CG	0:00:01							
	- Catat Spesifikasi Kontainer	0:00:24	Penambahan Infrastruktur OCR	0:00:06	OCR 0	Semi Otomatis	- Catat Spesifikasi Kontainer	0:00:24	0:00:24		
			- Scan No Kontainer	0:00:03							



			- Scan No Polisi Truk	0:00:03							
Supir Truk	Fiat Bea Cukai	0:04:50	Pembuatan Custom Module	0:00:01	Custom Module	0	Semi Otomatis	Fiat Bea Cukai	0:04:50		
			Input No Gatepass dan Pencetakan Slip Truk	0:00:10	<b>Input No Gatepass</b>	<b>1</b>	Gate Automation	Input No Gatepass dan Pencetakan Slip Truk			
			- Input No Gatepass	0:00:05					0:00:10	0:04:50	0:04:50
			- Pencetakan Slip Truk	0:00:05							

Lampiran A.2 Contoh perhitungan durasi pelayanan kombinasi *Gate In* impor, tingkat otomasi 1A

Kegiatan Oleh	Rincian Aktivitas Semi Otomatis	Rincian Aktivitas <i>Gate Automation</i>	Perangkat yang digunakan	<i>Gate Automation</i> /Semi Otomatis	Rincian Kegiatan	Durasi Yang Digunakan		Durasi Total
Gate Inspector								
	Truck In 0:00:21							
	Catat Manual 0:00:17							
	- Catat VGM 0:00:17	Perubahan pada Mock Up CG 0:00:01	Mock Up CG 1	Gate Automation	Perubahan pada Mock Up CG	0:00:01	0:00:01	
		Penambahan Infrastruktur OCR 0:00:03	OCR 0	Semi Otomatis	0	0:00:00		0:00:10
		- Scan No Polisi Truk 0:00:03						
Supir Truk								
		Input No Gatepass dan Pencetakan Slip Truk 0:00:10	Input No Gatepass 1	Gate Automation	Input No Gatepass dan Pencetakan Slip Truk	0:00:10	0:00:10	
		- Input No Gatepass 0:00:05						
		- Pencetakan Slip Truk 0:00:05						

Lampiran A.3 Contoh perhitungan durasi pelayanan kombinasi *Gate Out* ekspor, tingkat otomasi 1A

Kegiatan Oleh	Rincian Aktivitas Semi Otomatis	Rincian Aktivitas <i>Gate Automation</i>		Perangkat yang digunakan	<i>Gate Automation</i> /Semi Otomatis	Rincian Kegiatan	Durasi Yang Digunakan		Durasi Total
<i>Gate Inspector</i>								0:00:00	0:00:10
	Truck Out	0:00:10							
		Penambahan Infrastruktur OCR	0:00:03	OCR	0	Semi Otomatis	0	0:00:00	
		- Scan No Polisi Truk	0:00:03						
Supir Truk									0:00:10
		Input No Gatepass dan Pencetakan Slip Truk	0:00:10	Input No Gatepass	1	<i>Gate Automation</i>	Input No Gatepass dan Pencetakan Slip Truk	0:00:10	
		- Input No Gatepass	0:00:05						
		- Pencetakan Slip Truk	0:00:05						

Lampiran A.4 Contoh perhitungan durasi pelayanan kombinasi *Gate Out* impor, tingkat otomasi 1A

Kegiatan Oleh	Rincian Aktivitas Semi Otomatis		Rincian Aktivitas Gate Automation		Perangkat yang digunakan		Gate Automation/Semi Otomatis	Rincian Kegiatan	Durasi Yang Digunakan		Durasi Total
Gate Inspector	Inspeksi Fisik	0:01:00	Penambahan Infrastruktur LiDAR	0:00:27	LiDAR	1	Gate Automation	Penambahan Infrastruktur LiDAR	0:00:27	0:00:27	0:01:51
	- Pemeriksaan Kerusakan Kontainer	0:01:00	- Pemeriksaan Kerusakan Kontainer	0:00:27							
	Truck Out	0:00:10			OCR	0	Semi Otomatis	0	0:00:00		
			Penambahan Infrastruktur OCR	0:00:06							
			- Scan No Kontainer	0:00:03							
			- Scan No Polisi Truk	0:00:03							
Supir Truk	Fiat Bea Cukai	0:01:51	Pembuatan Custom Module	0:00:01	Custom Module	0	Semi Otomatis	Fiat Bea Cukai	0:01:51	0:01:51	
			Input No Gatepass dan Pencetakan Slip Truk	0:00:10	Input No Gatepass	1	Gate Automation	Input No Gatepass dan Pencetakan Slip Truk	0:00:10		
			- Input No Gatepass - Pencetakan Slip Truk	0:00:05 0:00:05							

Lampiran B.1 Formulasi Powersim Subsistem Forecast Throughput

NAMA	TIPE	FORMULA
Kontainer per bulan ekspor	Flow/Rate	'Kontainer per bulan NPCT1'*'Persentase kontainer ekspor'
Throughput kontainer ekspor	Level	0<<kontainer>>
Kontainer per bulan impor	Flow/Rate	'Kontainer per bulan NPCT1'*'Persentase kontainer impor'
Throughput kontainer impor	Level	0<<kontainer>>
Persentase kontainer ekspor	Constant	60%
Persentase kontainer impor	Auxiliary	100%-'Persentase kontainer ekspor'
Kontainer per hari ekspor	Auxiliary	Kontainer per bulan ekspor'
Kontainer per hari impor	Auxiliary	Kontainer per bulan impor'
Kontainer per bulan NPCT1	Flow/Rate	IF('Bulan ke'<13,'Throughput kontainer historis Mei 2016 - Februari 2017', 'TEU per bulan eksisting dan forecast'*(('Perbandingan kontainer 20ft dgn throughput TEU'+ 'Perbandingan kontainer 40ft dgn throughput TEU') ) *1<<kontainer>>/1<<TEU>>
Throughput_kontainer	Level	0<<kontainer>>
Perbandingan kontainer 40ft dgn throughput TEU	Auxiliary	1.33/3.66
Perbandingan kontainer 20ft dgn throughput TEU	Auxiliary	1/3.66
Throughput kontainer historis Mei 2016 - Februari 2017	Auxiliary	IF('Bulan ke'=1,20, IF('Bulan ke'=2,104, IF('Bulan ke'=3,205, IF('Bulan ke'=4,2050, IF('Bulan ke'=5,4378, IF('Bulan ke'=6,5720, IF('Bulan ke'=7,7438, IF('Bulan ke'=8,21860, IF('Bulan ke'=9,20121, IF('Bulan ke'=10,25074, IF('Bulan ke'=11,27038, 30208)))))))) *1<<TEU>>/1<<mo>>
TEU per bulan eksisting dan forecast	Flow/Rate	IF('Bulan ke'<13,'TEU per bulan eksisting','TEU per bulan seasonal index')
Throughput_TEU	Level	0<<TEU>>
TEU per bulan eksisting	Flow/Rate	Throughput TEU historis Mei 2016 - Februari 2017'
Throughput eksisting	Level	0<<TEU>>



Bulan ke_mo	Auxiliary	('Current time'-'Start time')+1<<mo>>
Start time	Auxiliary	STARTTIME
Current time	Auxiliary	TIME

Lampiran B.2 Formulasi Powersim Subsistem Produktivitas Maksimum *Gate In* Ekspor

NAMA	TIPE	FORMULA
Produktivitas_Ekspor_Masuk_Kontainer_Per_Jam	Flow/Rate	$(1 \llcorner \text{kontainer} \gg) / (\text{Durasi\_Total\_Per\_Kontainer}) * 60 \llcorner \text{min} \gg / 1 \llcorner \text{hr} \gg$
Jumlah Kontainer Ekspor Masuk	Level	$0 \llcorner \text{kontainer} \gg$
Durasi_Total_Per_Kontainer	Auxiliary	MAX('Kegiatan oleh <i>Gate Inspector</i> ', 'Kegiatan oleh Supir Truk')
Kegiatan oleh <i>Gate Inspector</i>	Auxiliary	(Inspeksi_Fisik_Ekspor)+(Truck_In_Ekspor)+(Catat_Manual_Ekspor+Perubahan_Pada_Mock_Up_CG+'Penambahan Infrastruktur OCR')
Inspeksi_Fisik_Ekspor	Auxiliary	Aktivitas manual+'Aktivitas otomasi'
Aktivitas manual	Auxiliary	MAX(Deteksi_Jumlah_Axle_dan_penimbangan,Pemeriksaan_Kerusakan_Kontainer_)
Pemeriksaan_Kerusakan_Kontainer_	Auxiliary	IF(Penambahan_Infrastruktur_LiDAR>0<<s>>,0<<s>>,84<<s>>)
Deteksi_Jumlah_Axle_dan_penimbangan	Auxiliary	IF(Penambahan_Sensor_Axle>0<<s>>,0<<s>>,42<<s>>)
Aktivitas otomasi	Auxiliary	MAX(Penambahan_Infrastruktur_LiDAR, Penambahan_Sensor_Axle)
Penambahan_Infrastruktur_LiDAR	Auxiliary	Pemeriksaan_Kerusakan_Kontainer*LiDAR
Pemeriksaan_Kerusakan_Kontainer	Auxiliary	27<<s>>
LiDAR	Auxiliary	IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=1,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=5,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=8,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=10,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=11,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=13,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=14,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=15,1, 0)))))))))
Penambahan_Sensor_Axle	Auxiliary	(Deteksi_Jumlah_Axle+Penimbangan_Berat_Kotor_Menggunakan_Weighbridge)*Sensor_Axle

Penimbangan_Berat_Kotor_Menggunakan_Weighbridge	Auxiliary	3<<s>>
Deteksi_Jumlah_Axle	Auxiliary	27<<s>>
Sensor_Axle	Auxiliary	IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=2,1, IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=5,1, IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=6,1, IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=9,1, IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=11,1, IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=12,1, IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=14,1, IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=15,1, 0))))))
Catat_Manual_Ekspor	Auxiliary	Catat_VGM_Ekspor+Catat_Spesifikasi_Kontainer_Ekspor
Catat_VGM_Ekspor	Auxiliary	IF((Perubahan_Pada_Mock_Up_CG>0<<s>>),0<<s>>,39<<s>>)
Catat_Spesifikasi_Kontainer_Ekspor	Auxiliary	IF(('Penambahan Infrastruktur OCR'>0<<s>>),0<<s>>,24<<s>>)
Perubahan_Pada_Mock_Up_CG	Auxiliary	1<<s>>*Mock_Up
Mock_Up	Auxiliary	IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=0,0,1)
Penambahan Infrastruktur OCR	Auxiliary	(Scan_No_Polisi_Truck+'Scan_No_Kontainer')*OCR
Catat_Spesifikasi_Kontainer_Ekspor	Auxiliary	IF(('Penambahan Infrastruktur OCR'>0<<s>>),0<<s>>,24<<s>>)
Penambahan Infrastruktur OCR	Auxiliary	(Scan_No_Polisi_Truck+'Scan_No_Kontainer')*OCR
Scan_No_Kontainer	Auxiliary	3<<s>>
Scan_No_Polisi_Truck	Auxiliary	3<<s>>
OCR	Auxiliary	IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=3,1, IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=6,1, IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=7,1, IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=8,1, IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=11,1, IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=12,1, IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=13,1, IF('Tingkat Otomatisasi Gate In'=15,1, 0))))))
Truck_In_Ekspor	Auxiliary	IF((Input_No_Gatepass_dan_Pencetakan_Slip_Truck>0<<s>>),0<<s>>,10<<s>>)
Input_No_Gatepass_dan_Pencetakan_Slip_Truck	Auxiliary	(Input_No_Gatepass+Pencetakan_Slip_Truck)*Input_No_Gatepass_KIOSK(Input_No_Gatepass+Pencetakan_Slip_Truck)*Input_No_Gatepass_KIOSK
Input_No_Gatepass	Auxiliary	5<<s>>
Pencetakan_Slip_Truck	Auxiliary	5<<s>>



Input_No_Gatepass_KIOSK	Auxiliary	IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=0,0,1)
Kegiatan oleh Supir Truk	Auxiliary	MAX(Fiat_Bea_Cukai_Ekspor,Input_No_Gatepass_dan_Pencetakan_Slip_Trak)
Fiat_Bea_Cukai_Ekspor	Auxiliary	IF((Pembuatan_Custom_Module>0<<s>>),Pembuatan_Custom_Module,290<<s>>)
Pembuatan_Custom_Module	Auxiliary	1<<s>>*Custom_Module
Custom_Module	Auxiliary	IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=4,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=7,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=9,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=10,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=12,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=13,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=14,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=15,1, 0)))))))))

### Lampiran B.3 Formulasi Powersim Subsistem Produktivitas Maksimum *Gate In* Impor

NAMA	TIPE	FORMULA
Produktivitas_Impor_Masuk_Kontainer_Per_Jam	Flow/rate	(1<<kontainer>>)/(Durasi_Total_Per_Kontainer_)*60<<min>>/1<<hr>>
Jumlah Kontainer Impor Masuk	Level	0<<kontainer>>
Durasi_Total_Per_Kontainer_	Auxiliary	MAX('Kegiatan oleh <i>Gate Inspector</i> _', 'Kegiatan oleh Supir Truk_')
Kegiatan oleh <i>Gate Inspector</i> _	Auxiliary	(Truck_In_Ekspor_)+(Catat_Manual_Ekspor_+Perubahan_Pada_Mock_Up_CG_+'Penambahan Infrastruktur OCR_')
Catat_Manual_Ekspor_	Auxiliary	Catat_VGM_Ekspor_
Catat_VGM_Ekspor_	Auxiliary	IF((Perubahan_Pada_Mock_Up_CG_>0<<s>>),0<<s>>,7<<s>>)
Perubahan_Pada_Mock_Up_CG_	Auxiliary	1<<s>>*'Mock Up-'
Mock Up-	Auxiliary	IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=0,0,1)
Penambahan Infrastruktur OCR_	Auxiliary	(Scan_No_Polisi_Trak_)*'OCR-'
Scan_No_Polisi_Trak_	Auxiliary	3<<s>>
OCR-	Auxiliary	IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=3,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=6,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=7,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=8,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=11,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=12,1,

		IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=13,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=15,1, 0)))))))))
Truck_In_Ekspor_	Auxiliary	IF((Input_No_Gatepass_dan_Pencetakan_Slip_Truck_>0<<s>>),0<<s>>,21<<s>>)
Input_No_Gatepass_dan_Pencetakan_Slip_Truck_	Auxiliary	(Input_No_Gatepass_+Pencetakan_Slip_Truck_)*Input_No_Gatepass_KIOSK__
Kegiatan oleh Supir Truk_	Auxiliary	Input_No_Gatepass_dan_Pencetakan_Slip_Truck_
Input_No_Gatepass_	Auxiliary	5<<s>>
Pencetakan_Slip_Truck_	Auxiliary	5<<s>>
Input_No_Gatepass_KIOSK__	Auxiliary	IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate In</i> '=0,0,1)

#### Lampiran B.4 Formulasi Powersim Subsistem Produktivitas Maksimum *Gate Out* Ekspor

NAMA	TIPE	FORMULA
Produktivitas <i>Gate Out</i> Ekspor per lajur	Flow/Rate	(1<<kontainer>>/(Durasi_Total_Per_Kontainer__))*60<<min>>/1<<hr>>
Jumlah Kontainer <i>Gate Out</i> Ekspor per lajur	Level	0<<kontainer>>
Durasi_Total_Per_Kontainer__	Auxiliary	MAX('Kegiatan oleh <i>Gate Inspector</i> __', 'Kegiatan oleh Supir Truk_')
Kegiatan oleh <i>Gate Inspector</i> __	Auxiliary	Penambahan Infrastruktur OCR_+'Truck Out'
Penambahan Infrastruktur OCR__	Auxiliary	(Scan_No_Polisi_Truck_)*OCR_
Scan_No_Polisi_Truck__	Auxiliary	3<<s>>
OCR_	Auxiliary	IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=3,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=6,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=7,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=8,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=11,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=12,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=13,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=15,1, 0)))))))))
Truck Out	Auxiliary	IF((Input_No_Gatepass_dan_Pencetakan_Slip_Truck_>0<<s>>),0<<s>>,10<<s>>)
Kegiatan oleh Supir Truk__	Auxiliary	Input_No_Gatepass_dan_Pencetakan_Slip_Truck__
Input_No_Gatepass_dan_Pencetakan_Slip_Truck__	Auxiliary	(Input_No_Gatepass__+Pencetakan_Slip_Truck_)*Input_No_Gatepass_KIOSK__

Input_No_Gatepass__	Auxiliary	5<<s>>
Pencetakan_Slip_Truk__	Auxiliary	5<<s>>
Input_No_Gatepass_KIOSK__	Auxiliary	IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=0,0,1)

Lampiran B.5 Formulasi Powersim Subsistem Produktivitas Maksimum *Gate Out* Impor

NAMA	TIPE	FORMULA
Produktivitas <i>Gate Out</i> Impor per lajur	Flow/Rate	(1<<kontainer>>/(Durasi_Total_Per_Kontainer__))*60<<min>>/1<<hr>>
Durasi_Total_Per_Kontainer__	Auxiliary	MAX('Kegiatan oleh <i>Gate Inspector</i> __', 'Kegiatan oleh Supir Truk__')
Kegiatan oleh <i>Gate Inspector</i> __	Auxiliary	(Inspeksi_Fisik_Impor+Penambahan_Infrastruktur_LiDAR_)+('Truck Out_'+'Penambahan Infrastruktur OCR__')
Inspeksi_Fisik_Impor	Auxiliary	IF((Penambahan_Infrastruktur_LiDAR_>0<<s>>),0<<s>>,60<<s>>)
Penambahan_Infrastruktur_LiDAR_	Auxiliary	Pemeriksaan_Kerusakan_Kontainer__*LiDAR_
Pemeriksaan_Kerusakan_Kontainer__	Auxiliary	27<<s>>
LiDAR_	Auxiliary	IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=1,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=5,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=8,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=10,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=11,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=13,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=14,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=15,1, 0))))))))
Penambahan Infrastruktur OCR__	Auxiliary	(Scan_No_Polisi_Truk__+'Scan_No_Kontainer_')*OCR__
Scan_No_Kontainer_	Auxiliary	3<<s>>
Scan_No_Polisi_Truk__	Auxiliary	3<<s>>
OCR__	Auxiliary	IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=3,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=6,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=7,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=8,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=11,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=12,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=13,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=15,1, 0))))))))
Truck Out_	Auxiliary	IF((Input_No_Gatepass_dan_Pencetakan_Slip_Truk__>0<<s>>),0<<s>>,10<<s>>)

Input_No_Gatepass_dan_Pencetakan_Slip_Truck____		(Input_No_Gatepass____+Pencetakan_Slip_Truck____)*Input_No_Gatepass_KIOSK____
Input_No_Gatepass____		5<<s>>
Pencetakan_Slip_Truck____		5<<s>>
Input_No_Gatepass_KIOSK____		IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=0,0,1)
Kegiatan oleh Supir Truck____		MAX(Fiat_Bea_Cukai_Ekspor____,Input_No_Gatepass_dan_Pencetakan_Slip_Truck____)
Fiat_Bea_Cukai_Ekspor____		IF((Pembuatan_Custom_Module_>0<<s>>),Pembuatan_Custom_Module_,111<<s>>)
Pembuatan_Custom_Module____		1<<s>>*Custom_Module____
Custom_Module____		IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=4,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=7,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=9,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=10,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=12,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=13,1,IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=14,1, IF('Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i> '=15,1, 0)))))))))
Tingkat Otomatisasi <i>Gate Out</i>		1

Lampiran B.6 Formulasi Powersim Subsistem Rate dan Level *Gate In*

NAMA	TIPE	FORMULA
Rate <i>Gate In</i> Ekspor	Flow/Rate	IF('Kontainer per hari ekspor'<='Produktivitas <i>Gate In</i> CG Ekspor per hari','Kontainer per hari ekspor','Produktivitas <i>Gate In</i> CG Ekspor per hari')
<i>Gate In</i> Ekspor	Level	0<<kontainer>>
Produktivitas <i>Gate In</i> CG Ekspor per hari	Flow/Rate	('Jam Kerja'*Produktivitas <i>Gate In</i> CG Ekspor')*'Lajur <i>Gate In</i> CG Ekspor'
<i>Gate In</i> CG Kontainer Ekspor	Level	0<<kontainer>>
Produktivitas <i>Gate In</i> CG Ekspor		Produktivitas_Ekspor_Masuk_Kontainer_Per_Jam
Jam Kerja		21<<hr>>/1<<da>>
Lajur <i>Gate In</i> CG Ekspor	Constant	4
Batasan Lajur	Constant	8

Produktivitas <i>Gate In</i> CG Impor per hari	Flow/Rate	('Jam Kerja <i>Gate In</i> CG Impor'*Produktivitas <i>Gate In</i> CG Impor')*'Lajur <i>Gate In</i> CG Impor'
<i>Gate In</i> CG Kontainer Impor	Level	0<<kontainer>>
Lajur <i>Gate In</i> CG Impor		ROUND('Batasan Lajur'-'Lajur <i>Gate In</i> CG Ekspor')
Produktivitas <i>Gate In</i> CG Impor		Produktivitas_Impor_Masuk_Kontainer_Per_Jam
Jam Kerja <i>Gate In</i> CG Impor		21<<hr>>/1<<da>>
Rate <i>Gate In</i> Impor	Flow/Rate	IF('Kontainer per hari impor'<='Produktivitas <i>Gate In</i> CG Impor per hari','Kontainer per hari impor','Produktivitas <i>Gate In</i> CG Impor per hari')
<i>Gate In</i> Impor	Level	0<<kontainer>>
Rate <i>Gate In</i> Total	Flow/Rate	'Rate <i>Gate In</i> Ekspor'+ 'Rate <i>Gate In</i> Impor'
Throughput <i>Gate In</i>	Level	0<<kontainer>>

#### Lampiran B.7 Formulasi Powersim Subsistem Rate dan Level Terminal

NAMA	TIPE	FORMULA
Rate Terminal Ekspor	Rate/Flow	IF('Rate <i>Gate In</i> Ekspor'<='Rate max ekspor terminal','Rate <i>Gate In</i> Ekspor','Rate max ekspor terminal')
Terminal Ekspor	Level	0<<kontainer>>
Rate max ekspor terminal	Rate/Flow	'Throughput Max per tahun terminal NPCT1_kontainer'*Persentase kontainer ekspor_'
Throughput max ekspor terminal	Level	0<<kontainer>>
Persentase kontainer ekspor_	Constant	60%
Persentase kontainer impor_		100%-'Persentase kontainer ekspor_'
Throughput Max per tahun terminal NPCT1_kontainer		('Throughput Max per tahun terminal NPCT1_TEU'*(Perbandingan kontainer 20ft dgn throughput TEU_+'Perbandingan kontainer 40ft dgn throughput TEU_'))*1<<kontainer>>/1<<TEU>>
Perbandingan kontainer 20ft dgn throughput TEU_		1/3.66
Perbandingan kontainer 40ft dgn throughput TEU_		1.33/3.66

Throughput Max per tahun terminal NPCT1_TEU		1500000<<TEU>>/1<<yr>>
Rate max impor terminal	Rate/Flow	Persentase kontainer impor_ '*'Throughput Max per tahun terminal NPCT1_kontainer'
Throughput max impor terminal	Level	0<<kontainer>>
Rate Terminal Impor	Rate/Flow	IF('Rate <i>Gate In</i> Impor'<='Rate max impor terminal','Rate <i>Gate In</i> Impor','Rate max impor terminal')
Terminal Impor	Level	0<<kontainer>>
Rate Terminal	Rate/Flow	'Rate Terminal Ekspor'+ 'Rate Terminal Impor'
Throughput Terminal	Level	0<<kontainer>>

Lampiran B.8 Formulasi Powersim Subsistem Rate dan Level *Gate Out*

NAMA	TIPE	FORMULA
Rate <i>Gate Out</i> Ekspor	Rate/Flow	IF('Rate Terminal Ekspor'<='Produktivitas <i>Gate Out</i> CG Ekspor per hari','Rate Terminal Ekspor','Produktivitas <i>Gate Out</i> CG Ekspor per hari')
<i>Gate Out</i> Ekspor	Level	0<<kontainer>>
Produktivitas <i>Gate Out</i> CG Ekspor per hari	Rate/Flow	('Jam Kerja_ '*'Produktivitas <i>Gate Out</i> CG Ekspor')*'Lajur <i>Gate Out</i> CG Ekspor'
<i>Gate Out</i> CG Kontainer Ekspor	Level	0<<kontainer>>
Produktivitas <i>Gate Out</i> CG Ekspor		Produktivitas <i>Gate Out</i> Ekspor per lajur'
Jam Kerja_		21<<hr>>/1<<da>>
Lajur <i>Gate Out</i> CG Ekspor	Constant	4
Produktivitas <i>Gate Out</i> CG Impor per hari	Rate/Flow	('Jam kerja_ '*'Lajur <i>Gate Out</i> CG Impor_')*'Lajur <i>Gate Out</i> CG Impor'
<i>Gate Out</i> CG Kontainer Impor	Level	0<<kontainer>>
Lajur <i>Gate Out</i> CG Impor		ROUND('Batasan Lajur_ '- 'Lajur <i>Gate Out</i> CG Ekspor')
Lajur <i>Gate Out</i> CG Impor_		'Produktivitas <i>Gate Out</i> Impor per lajur'
Jam kerja_		21<<hr>>/1<<da>>
Batasan Lajur_	Constant	8

Rate <i>Gate Out</i> Impor	Rate/Flow	IF('Rate Terminal Impor'<='Produktivitas <i>Gate Out</i> CG Impor per hari','Rate Terminal Impor','Produktivitas <i>Gate Out</i> CG Impor per hari')
<i>Gate Out</i> Impor	Level	0<<kontainer>>
Rate <i>Gate Out</i>	Rate/Flow	'Rate <i>Gate Out</i> Ekspor'+ 'Rate <i>Gate Out</i> Impor'
Throughput <i>Gate Out</i>	Level	0<<kontainer>>